



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA
ESCUELA DE INGENIERÍA DE CAMINOS
Y DE MINAS



SIMULACIÓN DE UNA COGENERACIÓN BASADA EN MICROTURBINAS DE BIOGAS EN UNA E.D.A.R. URBANA



TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER EN INGENIERÍA DEL AGUA Y DEL TERRENO,
ESPECIALIDAD EN INVESTIGACIÓN

EMILIO SANMARTÍN BAÑOS

Dirigido por: Dra. Marisol Manzano Arellano
D. Joaquín López-Castellanos

Cartagena, septiembre de 2010

RESUMEN

En los últimos tiempos el consumo de energía ha experimentado un crecimiento exponencial, siendo la inmensa mayoría de la energía consumida de origen no renovable. En un futuro no muy lejano las autoridades advierten de que el consumo de energía se multiplicará por dos. En este sentido la generación de energía a través de fuentes renovables como es el caso de la biomasa, y dentro de ésta el biogás, puede suponer una solución para cubrir una parte de la demanda de energía.

Un documento de posición publicado por la World Bioenergy Association (WBA), basado en un informe del departamento de Energía y Tecnología de la Swedish University of Agricultural Sciences (Suecia), muestra que el potencial de producción mundial de biomasa para generar energía mediante métodos sostenibles es suficiente para cubrir la demanda total actual y futura.

Los procesos de tratamiento de las aguas residuales requieren un uso de energía, que supone uno de sus principales costes a lo largo de la vida de la explotación. En este sentido la generación de biogás a partir de digestores anaerobios es la principal fuente de generación de energía a partir de las aguas residuales.

Para transformar la energía química del biogás en energías finales, tradicionalmente se han empleado equipos de combustión interna alternativos basados en motores diesel (rectificados para poder operar con biogás como combustible) acoplados a alternadores que generan energía eléctrica y energía térmica mediante los circuitos de refrigeración.

Como alternativa al empleo de estos equipos se propone la simulación de la implantación de una microturbina de biogás en una EDAR de tipo urbano actualmente en funcionamiento. Para ello se realizará una simulación técnica y económica de los principales parámetros de funcionamiento como son energía generada a partir de la digestión anaerobia, demanda eléctrica y térmica, producción de energía y rentabilidad económica.

AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi agradecimiento a las personas que han dirigido este trabajo, Dña. Marisol Manzano Arellano, Dra. en Ciencias Geológicas y Profesora Titular de Universidad y a D. Joaquín López-Castellanos responsable del área de Producción-Depuración de Aguas Regionales de Murcia y docente del Master en Ingeniería del Agua y del Terreno, así como a D. Julio Puerta jefe de planta de la EDAR CABEZO BEAZA de Cartagena sin cuya colaboración no hubiera sido posible la realización del presente Trabajo Final de Master

INDICE

1	INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	1
1.1	MOTIVACIÓN.	1
1.2	INTRODUCCIÓN A LA COGENERACIÓN.....	2
1.3	DESCRIPCIÓN DE LAS MICROTURBINAS.....	4
1.4	INSTALACIÓN DE MICROTURBINAS DE BIOGÁS EN E.D.A.R.	8
1.5	DESCRIPCIÓN DE LA EDAR	12
1.6	DIGESTIÓN ANAEROBIA	13
1.7	CONFIGURACIÓN DE LAS MICROTURBINAS	17
1.8	MARCO LEGAL	18
1.9	OBJETIVOS.....	22
2	ESTADO DEL ARTE	23
3	MATERIALES Y MÉTODOS.....	26
3.1	MATERIALES.....	26
3.2	MÉTODOS.....	32
3.2.1	ANÁLISIS TÉCNICO.....	32
3.2.2	ANÁLISIS ECONÓMICO.....	38
4	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN	40
5	DISCUSIONES Y CONCLUSIONES.....	49
6	NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	54
7	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
8	ANEJOS	57
8.1	Partes de caudales.....	57
8.2	Partes de energía eléctrica	69
8.3	Simulación – Resultados obtenidos.....	73
8.4	Oferta Microturbina CAPSTONE	94
8.5	Oferta mantenimiento de la Microturbina	95
8.6	Especificaciones técnicas de la microturbina de biogás CAPSTONE CR200.....	97
8.7	ORDEN ITC/3801/2008, de 26 de diciembre, por el que se revisan las tarifas eléctricas a partir de 1 de noviembre de 2009	103

FIGURAS

FIGURA N° 1 Diagrama de Sankey.	2
FIGURA N° 2 Componentes básicos de un motor alternativo	3
FIGURA N° 3 Esquema simple de una turbina de gas	3
FIGURA N° 4 Turbina de gas de generación convencional	5
FIGURA N° 5 Parte móvil de una microturbina de gas	5
FIGURA N° 6 Sección de una microturbina de gas	6
FIGURA N° 7 Ciclo de Brayton	6
FIGURA N° 8 Ciclo regenerativo de una microturbina	7
FIGURA N° 9 Línea de generación de biogás e implantación de una microturbina	8
FIGURA N° 10 Elementos principales de una UTB	9
FIGURA N° 11 Esquema de una microturbina con recuperación de calor	10
FIGURA N° 12 Esquema básico entradas/salidas de una microturbina	10
FIGURA N° 13 EDAR RUBÍ	11
FIGURA N° 14 Fases de la fermentación anaerobia y poblaciones de microorganismos	14
FIGURA N° 15 Eliminación de sólidos volátiles y producción volumétrica de gas para un reactor anaerobio continuo de mezcla completa, en función del tiempo de retención hidráulico	16
FIGURA N° 16 Producción de gas por unidad de carga en función de la velocidad de carga orgánica (OLR), para los datos de la Figura 14	16
FIGURA N° 17 Mapa conceptual de los flujos de agua y de energía en la EDAR	17
FIGURA N° 18 Eficiencia de la microturbina en función de la relación de compresión y de la temperatura en la turbina	25
FIGURA N° 19 Evolución eficiencia de la microturbina en función de nuevos materiales empleados	25
FIGURA N° 20 Influencia de la T^a y de la altitud en eficiencia de la microturbina	34

GRÁFICAS

GRÁFICA N° 1 Caudal de entrada de agua bruta a la EDAR	26
GRÁFICA N° 2 Caudal de entrada de fangos mixtos al digestor	26
GRÁFICA N° 3 Demanda de energía eléctrica en la EDAR CABEZO BEAZA	29
GRÁFICA N° 4 Producción de biogás. Caudal consumido por la microturbina y biogás quemado en la antorcha	40
GRÁFICA N° 5 Demanda de energía térmica del digestor	41
GRÁFICA N° 6 Energía eléctrica y térmica generada por la microturbina	43
GRÁFICA N° 7 Balance de energía eléctrica	43
GRÁFICA N° 8 Balance de energía térmica	44
GRÁFICA N° 9 Evolución VAN con precio venta electricidad	52
GRÁFICA N° 10 Evolución VAN con precio compra electricidad	52

TABLAS

TABLA N° 1 Estructura y evolución de la potencia instalada del régimen especial por tecnologías (MW).	1
TABLA N° 2 Valores del fango a digestor y digerido	27
TABLA N° 3 Valores del caudal de fango a digestor, T^a fango, T^a aire y T^a terreno	29
TABLA N° 4 Especificaciones técnicas microturbinas CAPSTONE	30
TABLA N° 5 Eficiencia de las microturbinas CAPSTONE en función de las pérdidas de presión en el aire de entrada a la turbina	35
TABLA N° 6 Eficiencia de las microturbinas CAPSTONE en función de las pérdidas de presión en los gases de escape	35
TABLA N° 7 Emisiones microturbina vs sistema convencional	45
TABLA N° 8 Costes distintas configuraciones de suministro energía la EDAR	47
TABLA N° 9 Parámetros económicos distintas configuraciones de suministro energía la EDAR	48
TABLA N° 10 Influencia del incremento de los gasómetros	50
TABLA N° 11 Resultados explotación ESAMUR año 2009	51

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 MOTIVACIÓN.

El enorme volumen de aguas residuales que son tratadas en las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (E.D.A.R.) da una idea del enorme potencial que ofrece el biogás obtenido por la digestión anaerobia como fuente renovable de energía.

Además el biogás producido a partir de digestores anaerobios no produce emisiones netas de dióxido de carbono, siendo las emisiones del resto de contaminantes muy reducidas comparadas con las obtenidas a partir de la generación por los actuales sistemas convencionales.

La generación de energía a partir de fuentes renovables es la estrategia más importante para la reducción de la emisión de los gases de efecto invernadero y con ello la reducción del calentamiento global así como de la dependencia energética de nuestro país.

En la *tabla nº1* se puede observar el peso de la biomasa dentro de la potencia instalada de energías renovables.

	2005	2006	2007	2008	2009	%09/08
Renovables	12.230	14.351	18.239	22.257	25.173	13,1
Hidráulica	1.696	1.806	1.887	1.938	1.974	1,8
Eólica	9.742	11.575	14.827	16.187	18.719	15,6
Otras renovables	792	970	1.525	4.132	4.480	8,4
Biomasa	471	530	543	578	717	24,2
Solar	46	156	698	3.270	3.479	6,4
Resto renovables	274	284	284	284	284	0,0
No renovables	5.893	6.154	6.274	6.529	6.750	3,4
Calor residual	85	85	85	85	89	4,5
Carbón	44	44	44	44	44	0,0
Fuel-gasoil	996	996	996	996	1.000	0,4
Gas de refinería	178	178	178	178	178	0,0
Gas natural	4.590	4.850	4.971	5.226	5.439	4,1
Total	18.123	20.505	24.513	28.786	31.924	10,9

*TABLA Nº 1 Estructura y evolución de la potencia instalada del régimen especial por tecnologías (MW).
FUENTE: REE*

En la Región de Murcia actualmente existen varias E.D.A.R. que disponen de digestión anaerobia así como de equipos de motogeneración para aprovechar la energía del biogás producido, sin embargo no existe **ninguna** que tenga instalada una cogeneración mediante microturbinas de biogás.

Estos son los principales aspectos que me motivaron a realizar el Trabajo Final de Master a cerca de este tipo de tecnología sobre una de las EDAR más importantes de la Región de Murcia.

1.2 INTRODUCCIÓN A LA COGENERACIÓN.

La cogeneración está basada en utilizar en el propio centro de producción, o en usuarios próximos, el calor que inevitablemente se produce al convertir la energía de un combustible en electricidad. Mientras las grandes centrales térmicas de las empresas persiguen únicamente la generación de electricidad, disipando el calor generado al ambiente, las plantas de cogeneración, al aprovechar este calor, obtienen una eficiencia global muy superior. [3]

Las plantas de cogeneración se caracterizan por la diversidad de tecnologías empleadas (turbinas de gas, motores alternativos, turbinas de vapor, etc.) y por su diseño específico, en cada caso. Este requisito las hace muy diferentes a otras tecnologías de producción de electricidad, con soluciones más homogéneas.

La cogeneración, además de ser una solución eficiente en sí misma, evita pérdidas al sistema eléctrico, al tratarse de generación distribuida que produce electricidad y calor en las proximidades de su uso, lo que la diferencia del modelo centralizado de generación eléctrica que requiere redes de transporte y distribución que provocan una disminución de la eficiencia final en bornas de usuario. En nuestro país, más del 10% de la electricidad producida por el sistema centralizado se pierde en su transporte y distribución.

La generación distribuida es la que tiene lugar en las instalaciones consumidoras del usuario o en zonas de concentración del consumo, por lo que evita gran parte de las pérdidas de transmisión. Es una alternativa de futuro a la construcción de nuevas redes eléctricas.

Aplicaciones en diferentes sectores

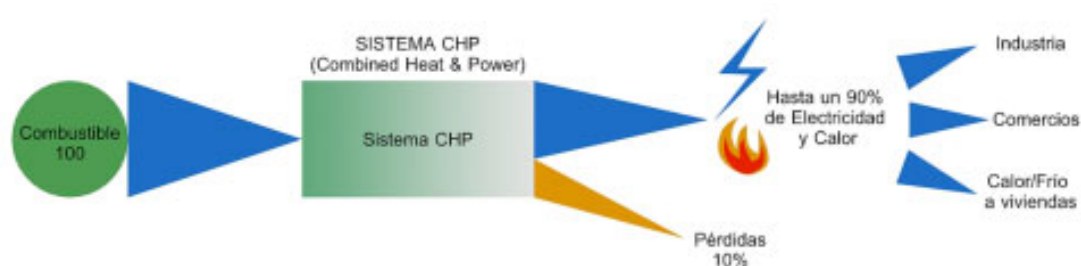


FIGURA Nº 1 Diagrama de Sankey. FUENTE: IDAE

Los sistemas de generación basados en la cogeneración están muy extendidos. En la Península Ibérica estos sistemas han tenido gran éxito en el sector industrial debido a la alta eficiencia que supone, no sólo eficiencia energética por la garantía de potencia y control de la energía, sino también eficiencia medioambiental, gracias al ahorro de la energía primaria y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación térmica.

Tecnologías básicas de la cogeneración

Los sistemas de cogeneración se basan principalmente en dos tecnologías de producción de electricidad: el motor alternativo de combustión interna y la turbina de gas.

Los motores alternativos de combustión interna se basan en convertir la energía química contenida en un producto combustible en energía eléctrica y térmica. El principio de funcionamiento de un motor alternativo está basado en conseguir mediante los movimientos lineales y alternativos de los pistones el movimiento de giro de un eje. La energía eléctrica se obtiene mediante un alternador acoplado directamente al eje del motor y la energía térmica, en forma de gases de escape y de agua caliente de los circuitos de refrigeración.

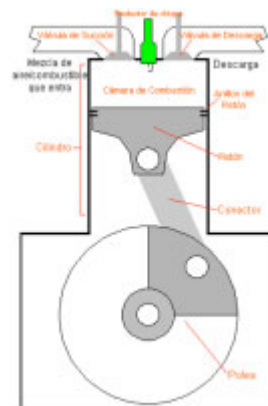


FIGURA N° 2 Componentes básicos de un motor alternativo. FUENTE: IDAE

Las turbinas de gas, al igual que el motor alternativo, convierten la energía química contenida en un producto combustible en energía eléctrica y térmica. Los turbogeneradores a gas son sistemas constituidos por una turbina de gas (generalmente, en ciclo simple de circuito abierto) y por toda una serie de subsistemas auxiliares que permiten su funcionamiento.

Una turbina de gas en ciclo simple abierto está compuesta por: un compresor rotativo, una cámara de combustión y una turbina.

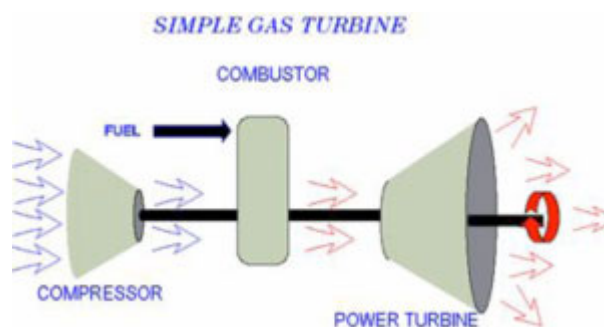


FIGURA N° 3 Esquema simple de una turbina de gas. FUENTE: IDAE

Las turbinas de gas siguen el ciclo de Brayton. El aire es aspirado de la atmósfera y comprimido mediante el compresor rotativo para conducirse a la cámara de combustión donde los productos de la combustión se expansionan a la turbina hasta la presión atmosférica. La energía eléctrica se obtiene a partir de un alternador acoplado,

directamente o mediante un reductor, al eje de la turbina, que aprovecha el trabajo neto del ciclo.

Microcogeneración.

No sólo las grandes plantas de cogeneración ofrecen oportunidades de inversión. Los incentivos actuales para plantas menores de 1 MW permiten este tipo de aplicaciones a pequeña escala. La microgeneración, con microturbinas de gas o micromotores de combustión, son aplicaciones que se han implantado con éxito en instalaciones del sector terciario tan diversas como son las correspondientes a hospitales, hoteles y oficinas, etc. Ello se debe a que las microgeneradores cubren unas gamas de potencia adecuadas para poder actuar como cogeneraciones a escala reducida, que se adaptan bien a las necesidades de este tipo de establecimientos, aportándoles rendimientos competitivos y prestaciones energéticamente atractivas frente a los sistemas convencionales. [3]

Si comparamos ambas tecnologías para una misma potencia eléctrica unitaria, la microturbina tiene un rendimiento eléctrico menor que el micromotor (en torno al 30% frente al 35%) pero queda compensado con la recuperación térmica cuando se comparan sus rendimientos globales. Por otra parte, cabe destacar que la ausencia de aceites lubricantes, sistemas auxiliares para el arranque y la refrigeración y una única parte móvil, hacen que su fiabilidad sea superior y sus costes de mantenimiento inferiores. En cada caso se debe escoger la tecnología más apropiada en función de la potencia y del modo de operación.

La legislación es favorable a la microcogeneración: el 1 de junio de 2007 entró en vigor el RD 661/2007 por el que se regula la actividad de producción de electricidad en el Régimen Especial. Este RD otorga diferentes precios a la electricidad vertida a la red en función de los siguientes parámetros: Eficiencia Energética, Tipo de Combustible y Rango de Potencia.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LAS MICROTURBINAS.

No existe una definición formal del rango de potencia a partir del cual se puede considerar una microturbina. Se asume que aquellos equipos con una potencia entre 5 y 200 KW son clasificados como microturbinas y entre 200 y 500 KW como miniturbinas. [18]

Las microturbinas de gas son máquinas de combustión basadas en el mismo principio que las turbinas convencionales pero simplificando los elementos mecánicos.

Las turbinas para generación de energía, constan habitualmente de un compresor de aire de varias etapas, una cámara de combustión y varias etapas de turbina en las que se absorbe toda la energía de los gases de escape. El movimiento de las turbinas de generación (usadas habitualmente en centrales de cogeneración) está entre las 15.000 y las 20.000 revoluciones. Para poder realizar el acoplamiento a un generador, se usa un reductor mecánico que ajusta la velocidad a unas 1.500 rpm.

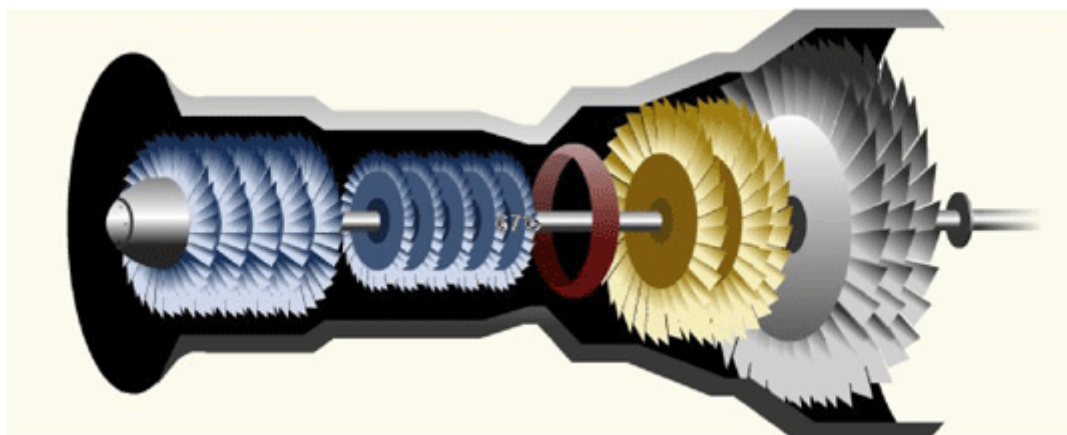


FIGURA N° 4 Turbina de gas de generación convencional. FUENTE: CAPSTONE

Las microturbinas simplifican todos estos elementos quedando únicamente una pieza móvil en toda la máquina. Esta pieza móvil contiene la única etapa de compresor, la única etapa de turbina y el eje del alternador. El conjunto gira sobre unos cojinetes de aire que permiten alcanzar las 96.000 rpm. Para poder adaptar la corriente generada a una corriente alterna de 50 Hz útil, se utiliza electrónica de potencia. Se genera corriente alterna a frecuencia variable, se convierte a corriente continua y, mediante un inversor, se vuelve a convertir en corriente alterna.

De este modo, el movimiento de la máquina es independiente de la frecuencia de la red y, podemos decir que la máquina está permanentemente sincronizada. Esta sincronización permanente o este acoplamiento por inversor, facilita la conexión de las microturbinas tanto a las redes de baja tensión de los centros consumidores como a los cuadros de conexión a la red. No es necesario ningún elemento intermedio, la microturbina conecta directamente y sincroniza al conectarla a un cuadro de baja tensión.

En el inversor, las microturbinas ya disponen de las protecciones eléctricas de baja tensión y el hecho que la máquina pueda girar a diferentes revoluciones sin perder el sincronismo, hace la conexión muy sencilla y fiable.



FIGURA N° 5 Parte móvil de una microturbina de gas. FUENTE: CAPSTONE

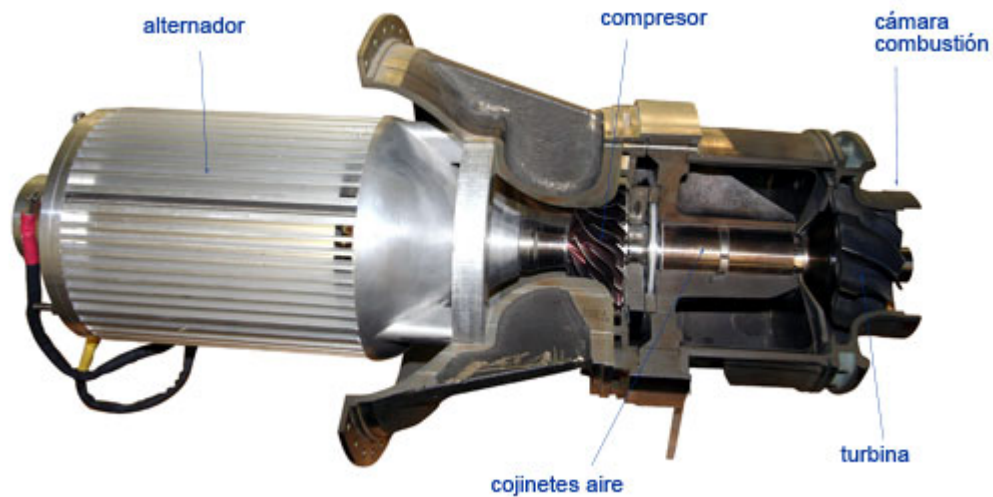


FIGURA N° 6 Sección de una microturbina de gas. FUENTE: CAPSTONE

Por lo que se refiere a la parte termodinámica, la microturbina sigue un ciclo de Brayton regenerativo y mejora su rendimiento eléctrico al utilizar un recuperador de calor de los gases a la salida de la cámara de combustión para precalentar el aire comburente después del compresor.

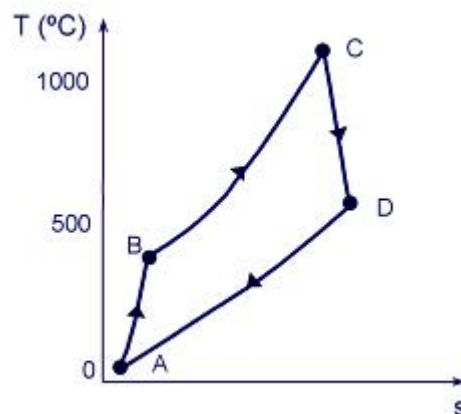


FIGURA N° 7 Ciclo de Brayton. FUENTE: CAPSTONE

La expresión que nos define el rendimiento de la turbina con un ciclo regenerativo es el siguiente:

$$\eta = 1 - \frac{r^{(\gamma-1)/\gamma}}{t} \quad (1)$$

Donde:

$$t = T_3/T_1$$

T_3 = Temperatura entrada turbina

T_1 = Temperatura entrada al compresor

$$\gamma = \frac{C_v}{C_p}$$

Como se puede apreciar en la ecuación nº1, la relación de compresión y la relación entre las temperaturas de entrada al compresor y la turbina son los parámetros fundamentales.[13]

A pesar de la reducción en la temperatura de los gases de escape al pasar por el recuperador de calor, todavía nos queda más del 50% de la potencia térmica del combustible en forma de calor aprovechable a unos 300 °C. Disponer de todo el calor a esta temperatura y en forma de gases, facilita también su recuperación y aplicaciones frente a los motores alternativos.

Por su simplicidad mecánica las microturbinas aceptan diferentes tipos de combustibles y, variando los inyectores y el programa electrónico, se consigue utilizar desde biogás de vertedero con tan solo el 35% de metano a GLP con PCI muy elevado.

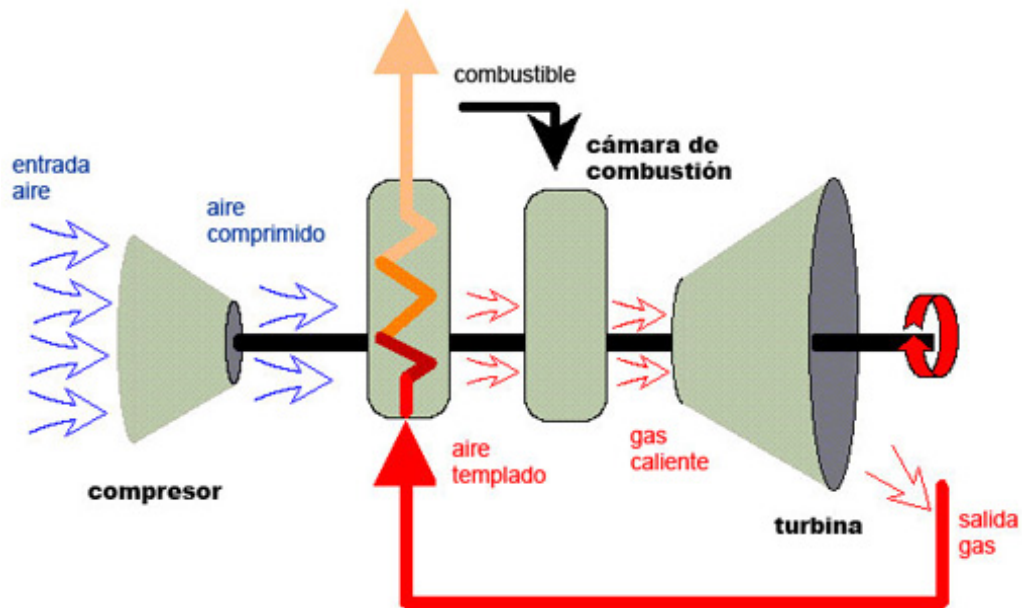


FIGURA N° 8 Ciclo regenerativo de una microturbina. FUENTE: CAPSTONE

Por lo que se refiere a los elementos contaminantes, las microturbinas aceptan entre 5.000 y 70.000 ppmv de H₂S dependiendo del modelo. Estos valores no son posibles si se realiza recuperación térmica por las condensaciones ácidas que hay en los gases de escape pero, nos da una idea, de la capacidad enorme de trabajar con combustibles “no convencionales”.

Las emisiones generadas por microturbinas regenerativas permiten reducir en torno a 1000 toneladas de CO₂ por GWh de energía eléctrica generada comparado con la generación separada de calor y electricidad por sistemas convencionales. [13]

En resumen las microturbinas se adaptan perfectamente a los combustibles no convencionales como el biogás y permiten mantener una elevada eficiencia energética a cargas parciales. Esto se debe a la capacidad de una microturbina de mantener el 85% del rendimiento eléctrico cuando trabaja solo al 50% de su carga y a la modularidad que supone instalar varias turbinas que pueden arrancar y parar en función de la cantidad de biogás, a un solo motor de mayor tamaño que tendrá muchos problemas para seguir en funcionamiento a bajas cargas parciales. Además, con la modularidad, se optimizan los costes de mantenimiento ya que los equipos parados no computan mientras que un gran equipo a una baja carga, sigue contabilizando horas de operación cuyo coste de mantenimiento repercutido por kWh generado será mayor. [4] [5]

1.4 INSTALACIÓN DE MICROTURBINAS DE BIOGÁS EN E.D.A.R.

La instalación de una microturbina de biogás incluye una serie de equipos asociados a la misma, entre los que cabe destacar los siguientes:

- Unidad de tratamiento de biogás
- Microturbina con recuperador de calor
- Cuadro eléctrico y de control
- Intercambiador de calor de los gases de escape

Además de los indicados existen otros elementos propios de la línea de producción de biogás, los cuales han sido ya tratados en este trabajo, como son el digestor, el gasómetro, la antorcha, el surpresor, (VER FIGURA N°9)

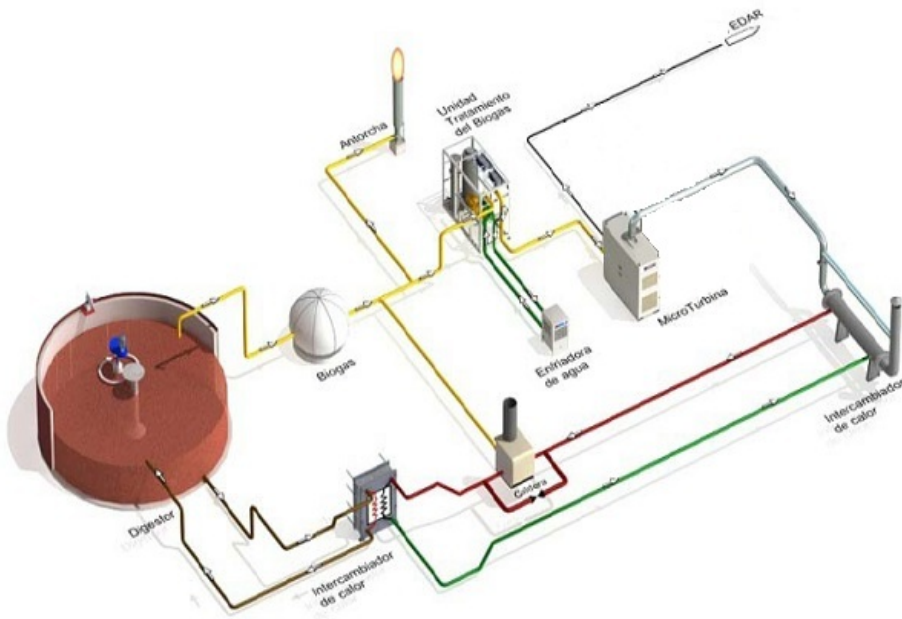


FIGURA N° 9 Línea de generación de biogás e implantación de una microturbina. FUENTE: MICROPOWER EUROPE

UNIDAD DE TRATAMIENTO DE BIOGÁS

La unidad de tratamiento de biogás (UTB) es un sistema completo de limpieza de biogás de componentes orgánicos volátiles incluyendo todas las familias de siloxanos. La UTB incluye un compresor de biogás, enfriadora de agua, filtro de carbón y grafito activos e intercambiadores de calor gas-agua para reducir el contenido de humedad del biogás. (ver figura nº10)

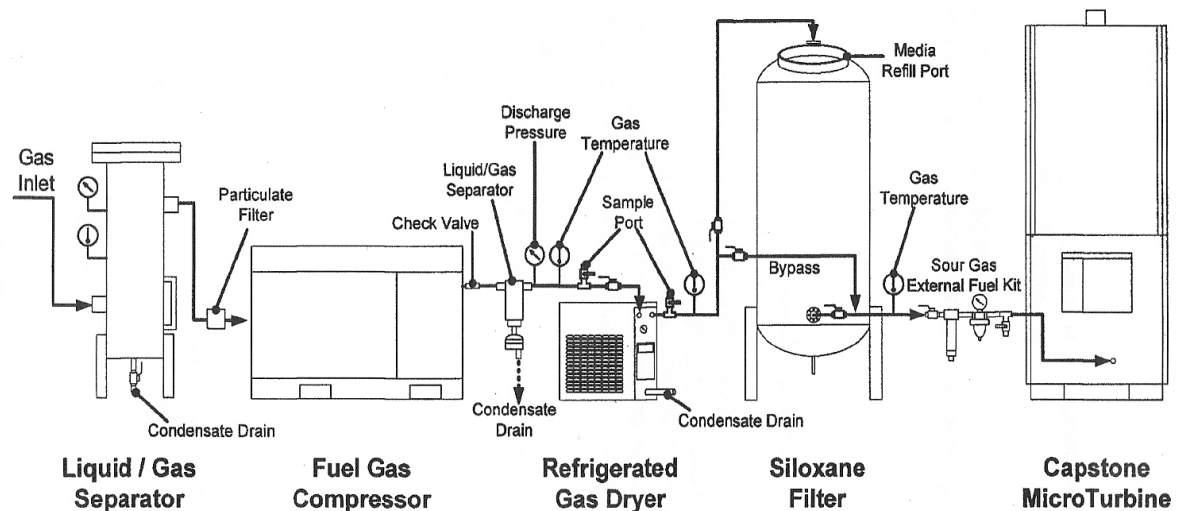


FIGURA N° 10 Elementos principales de una UTB. FUENTE: CAPSTONE

La presión de entrada a la MT debe ser de 6 bar y dado que en el gasómetro la presión del biogás es de 0,02 bar es necesario emplear un compresor de biogás que se instalará separado del resto de equipos de la UTB.

La energía consumida por la UTB (10 KW) será considerada como una carga parásita a descontar de la energía generada por la MT.

MICROTURBINA CON RECUPERADOR DE CALOR

La microturbina es el sistema de producción de energía y consta de dos partes fundamentales: el cuerpo de la turbina y la electrónica de potencia.

La microturbina se conecta al resto de los equipos para obtener combustible de la UTB, expulsar gases de escape al intercambiador de calor e importar/exportar electricidad.

Dado que este punto ya ha sido tratado en profundidad en apartados anteriores no se volverá a repetir en este apartado.

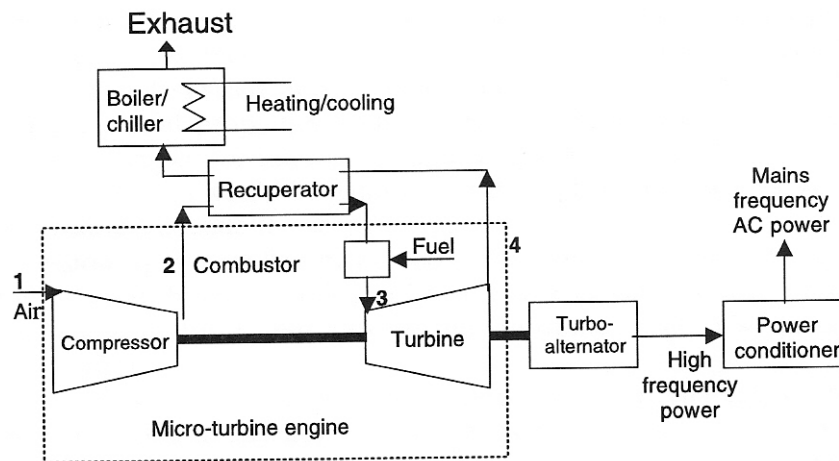


FIGURA N° 11 Esquema de una microturbina con recuperación de calor. FUENTE: Applied Thermal Engineering

CUADRO ELÉCTRICO Y DE CONTROL

El cuadro eléctrico y de control se ubica en el interior de un armario distribuido en dos partes: la parte superior donde se encontrarán los elementos de control y en la parte inferior los elementos de potencia.

Estos últimos se conectarán al compresor de la UTB para suministrar la potencia requerida para el correcto funcionamiento del enfriador (3kW) y el compresor (20kW).

Al cuadro de control se conecta la instrumentación de la parte de tratamiento de combustible y el control de la recuperación de calor de los gases de escape.

Del cuadro de control se conecta el cable de potencia del compresor de biogás y los cables de los instrumentos para las protecciones de seguridad. Así mismo, se conecta la alimentación eléctrica al enfriador.

Se conecta el cable del actuador de la válvula de bypass al cuadro de control, así como la instrumentación correspondiente al circuito de recuperación de calor.

El cuadro de control dispone de un variador de frecuencia que regula la presión del compresor a 6 bar y contiene los elementos necesarios de seguridad, interruptores, magnetotérmicos, diferenciales, descargadores de tensión, separación galvánica para señales analógicas, pilotos de funcionamiento real, alarmas básicas, interruptor de paro de emergencia, etc.

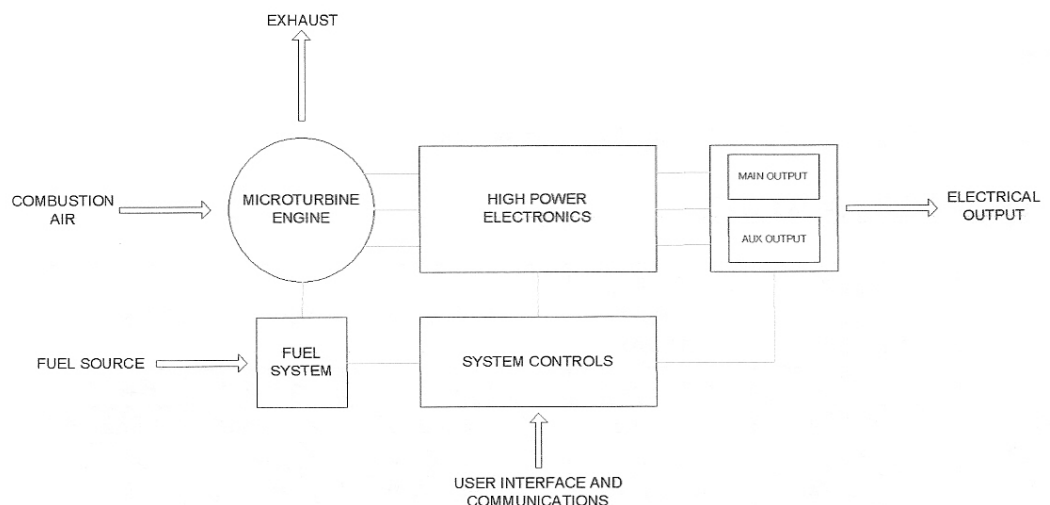


FIGURA N° 12 Esquema básico entradas/salidas de una microturbina. FUENTE: EPA

INTERCAMBIADOR DE CALOR DE LOS GASES DE ESCAPE

El Intercambiador de calor de gases de escape está compuesto por una carcasa estable con registro de tubos de aletas completamente extraíble, que es soplada transversalmente por los gases de escape.

Los materiales del intercambiador son para la carcasa acero inoxidable EN 1.4301 y para los tubos con aletas EN 1.457, barnizado. El registro consta de tubos de inmersión y sensores de temperatura Pt100 integrados en ambos colectores. En la carcasa se ubica un bypass de gases integrado con dos tapas y motor regulable libre de mantenimiento.

El intercambiador de calor se puede montar horizontal, diagonal o verticalmente. En instalaciones horizontales, los tubos de escape están enchufados a ambos lados del intercambiador de calor, en montajes diagonales o verticales, la tubería de gases de escape se debe enchufar arriba del tubo de la entrada del intercambiador de calor en caso de que el condensado corra hacia atrás. El tubo de salida del gas de escape tiene que estar montado dentro del tubo que va en dirección a la chimenea. En todos los casos, los tubos con aletas tienen que estar en posición horizontal.

Dada la temperatura a que puede estar la carcasa del intercambiador de calor, se debe asegurar que la distancia entre el techo o muro y la carcasa sea suficiente.



FIGURA N° 13 EDAR RUBÍ. FUENTE: MICROPOWER EUROPE

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA EDAR

Para realizar un estudio de implantación lo más realista posible hemos usado los datos de una E.D.A.R. de tipo urbano, actualmente en funcionamiento y situada en el paraje de Cabezo Beaza de Cartagena. Los datos han sido proporcionados por Aquagest Región de Murcia, empresa que gestiona la misma y se corresponden al último año completo, 2009.

La EDAR de Cabezo Beaza trató durante el año 2009 un volumen de agua bruta de 9 Hm³ (correspondientes a 174.095 habitantes en su mayoría pertenecientes al núcleo urbano de Cartagena), lo que equivale a un caudal medio diario de 24.697 m³/d.

El esquema de tratamiento de las aguas residuales es el siguiente:

LÍNEA DE AGUA	LÍNEA DE FANGOS
Depósito de laminación y bombeo a pretratamiento	Bombeo de fangos primarios y secundarios
Pretratamiento	Espesador de fangos primarios
Decantación primaria	Flotación de fangos secundarios
Reactor biológico tipo flujo pistón	Digestión Anaerobia
Decantación secundaria	Espesador de fangos digeridos
Laberinto de cloración	Deshidratación de fangos

La EDAR en cuestión, tiene instalados 2 motogeneradores de 250 KW de potencia mecánica de la marca GUASCOR y el modelo FGDL 180/55° los cuales funcionan solo para atender la demanda interna de electricidad de toda la planta y de calor del digestor. La configuración habitual de funcionamiento de los equipos es de 1+1, es decir, 1 ud funcionando y la otra en reserva.

La línea de producción de biogás se encuentra formada por los siguientes elementos:

- 2 Digestores Anaerobios de 22 m. de diámetro y 3.500 m³ de volumen unitario
- 2 Gasómetros de 1.040 m³ de volumen unitario
- 1 Antorcha de 676 m³/h de capacidad
- 1 Unidad de Tratamiento del Biogás
- 3 Surpresores de biogás para alimentar la motogeneración
- 3 Surpresores para alimentar las calderas
- 2 Calderas de agua de 300.000 Kcal/h
- Equipo de recirculación de agua caliente
- Equipo de recirculación de fango del digestor
- 2 Intercambiadores de calor agua-fango
- 2 Equipos motogeneradores de la marca GUASCOR y el modelo FGDL 180/55°
- 2 Intercambiadores de calor de los gases de escape de tipo pirotubular.
- 2 Aerorefrigeradores de los circuitos de alta y baja temperatura

1.6 DIGESTIÓN ANAEROBIA

La parte más importante de todo el proceso de cogeneración es el de la generación de biogás, ya que el caudal y la calidad del mismo será el que determine el resto de las instalaciones.

La digestión anaerobia es un proceso biológico, en el que la materia orgánica, en ausencia de oxígeno, y mediante la acción de un grupo de bacterias específicas, se descompone en productos gaseosos o “biogás” (CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S , etc.), y en digestato, que es una mezcla de productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación. [2]

El biogás contiene un alto porcentaje en metano, CH_4 (entre 50-70%), por lo que es susceptible de un aprovechamiento energético mediante su combustión en motores, en turbinas o en calderas, bien sólo o mezclado con otro combustible.

El proceso controlado de digestión anaerobia es uno de los más idóneos para la reducción de emisiones de efecto invernadero, el aprovechamiento energético de los residuos orgánicos y el mantenimiento y mejora del valor fertilizante de los productos tratados.

La digestión anaerobia puede aplicarse, entre otros, a residuos ganaderos, agrícolas, así como a los residuos de las industrias de transformación de dichos productos. Entre los residuos se pueden citar purines, estiércol, residuos agrícolas o excedentes de cosechas, etc. Estos residuos se pueden tratar de forma independiente o juntos, mediante lo que se da en llamar co-digestión. La digestión anaerobia también es un proceso adecuado para el tratamiento de aguas residuales de alta carga orgánica, como las producidas en muchas industrias alimentarias.

Los beneficios asociados a la digestión anaerobia son:

- Reducción significativa de malos olores.
- Mineralización y estabilización de fangos.
- Producción de energía renovable si el gas se aprovecha energéticamente y sustituye a una fuente de energía fósil.
- Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la reducción de emisiones incontroladas de CH_4 , (que produce un efecto invernadero 20 veces superior al CO_2), y reducción del CO_2 ahorrado por sustitución de energía fósil.

La digestión anaerobia está caracterizada por la existencia de varias fases consecutivas diferenciadas en el proceso de degradación del sustrato (término genérico para designar, en general, el alimento de los microorganismos), interviniendo 5 grandes poblaciones de microorganismos (Figura nº 14).

Estas poblaciones se caracterizan por estar compuestas por seres de diferentes velocidades de crecimiento y diferente sensibilidad a cada compuesto intermedio como inhibidor (por ejemplo, H_2 , ácido acético o amoníaco producido de la acidogénesis de aminoácidos). Esto implica que cada etapa presentará diferentes velocidades de reacción según la composición del sustrato y que el desarrollo estable del proceso global requerirá de un equilibrio que evite la acumulación de compuestos intermedios inhibidores o la acumulación de ácidos grasos volátiles (AGV), que podría producir una bajada del pH.

Para la estabilidad del pH es importante el equilibrio CO_2 -bicarbonato. Para hacer posible algunas reacciones es necesaria la asociación sintrófica entre bacterias acetogénicas y metanogénicas, creando agregados de bacterias de estas diferentes poblaciones.

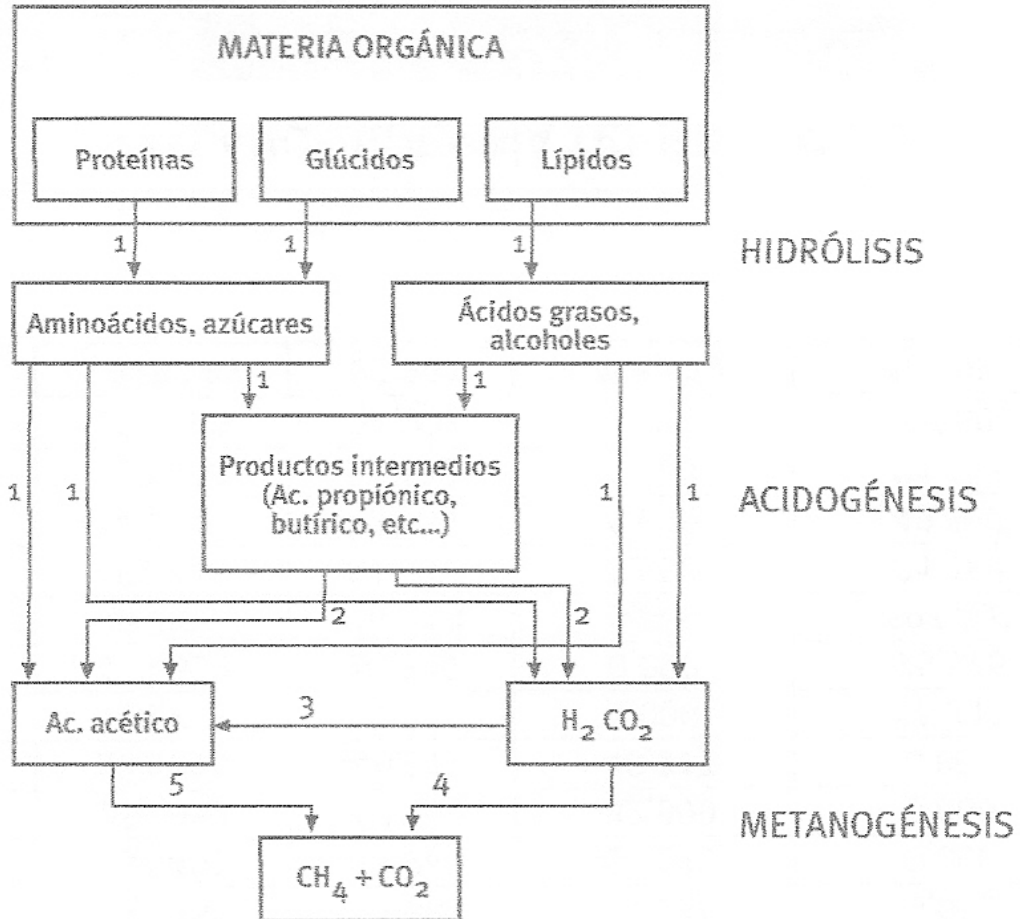


FIGURA N° 14 Fases de la fermentación anaerobia y poblaciones de microorganismos. FUENTE: IDAE - GIRO

Lo anterior implica que las puestas en marcha de los reactores sean, en general, lentas, requiriendo tiempos que pueden ser del orden de meses.

En general, la velocidad del proceso está limitada por la velocidad de la etapa más lenta, la cual depende de la composición de cada residuo. Para sustratos solubles, la fase limitante acostumbra a ser la metanogénesis, y para aumentar la velocidad la estrategia consiste en adoptar diseños que permitan una elevada concentración de microorganismos acetogénicos y metanogénicos en el reactor. Con esto se pueden conseguir sistemas con tiempo de proceso del orden de días. Para residuos en los que la materia orgánica esté en forma de partículas, la fase limitante es la hidrólisis, proceso enzimático cuya velocidad depende de la superficie de las partículas. Usualmente, esta limitación hace que los tiempos de proceso sean del orden de semanas, de dos a tres. Para aumentar la velocidad, una de las estrategias es el pretratamiento para disminuir el tamaño de partículas o ayudar a la solubilización (maceración, ultrasonidos, tratamiento térmico, alta presión, o combinación de altas presiones y temperaturas).

Los parámetros ambientales que hay que controlar hacen referencia a condiciones que deben mantenerse o asegurarse para el desarrollo del proceso. Estos son:

- pH, que debe mantenerse cercano a la neutralidad.
- Alcalinidad, para asegurar la capacidad tampón y evitar la acidificación. Es recomendable una alcalinidad superior a 1,5 g/l CaCO_3 .
- Potencial redox, con valores recomendables inferiores a -350 mV.
- Nutrientes, con valores que aseguren el crecimiento de los microorganismos.
- Tóxicos e inhibidores, cuya concentración ha de ser la mínima posible.

Los parámetros operacionales hacen referencia a las condiciones de trabajo de los reactores:

Temperatura. Podrá operarse en los rangos psicrófilico (temperatura ambiente), mesófilico (temperaturas en torno a los 35 °C) o termófilico (temperaturas en torno a los 55 °C).

Las tasas de crecimiento y reacción aumentan conforme lo hace el rango de temperatura, pero también la sensibilidad a algunos inhibidores, como el amoníaco. En el rango termófilico se aseguran tasas superiores de destrucción de patógenos.

Agitación. En función de la tipología de reactor debe transferirse al sistema el nivel de energía necesario para favorecer la transferencia de sustrato a cada población o agregados de bacterias, así como homogeneizar para mantener concentraciones medias bajas de inhibidores.

Tiempo de retención. Es el cociente entre el volumen y el caudal de tratamiento, es decir, el tiempo medio de permanencia del influente en el reactor, sometido a la acción de los microorganismos. En la Figura nº 15 se indica la tendencia general de los índices de eliminación de materia orgánica (expresada en forma de sólidos volátiles, SV) y de producción específica de gas, por unidad de volumen de reactor, en función del tiempo de retención. Notar que existe un tiempo mínimo por debajo del cual el reactor no presenta actividad, que la eliminación de materia orgánica sigue una tendencia asintótica, con una eliminación completa a tiempo infinito, y una producción de gas por unidad de volumen de reactor con un máximo para un tiempo de retención correspondiente a una eliminación de sustrato entre el 40 y el 60%.

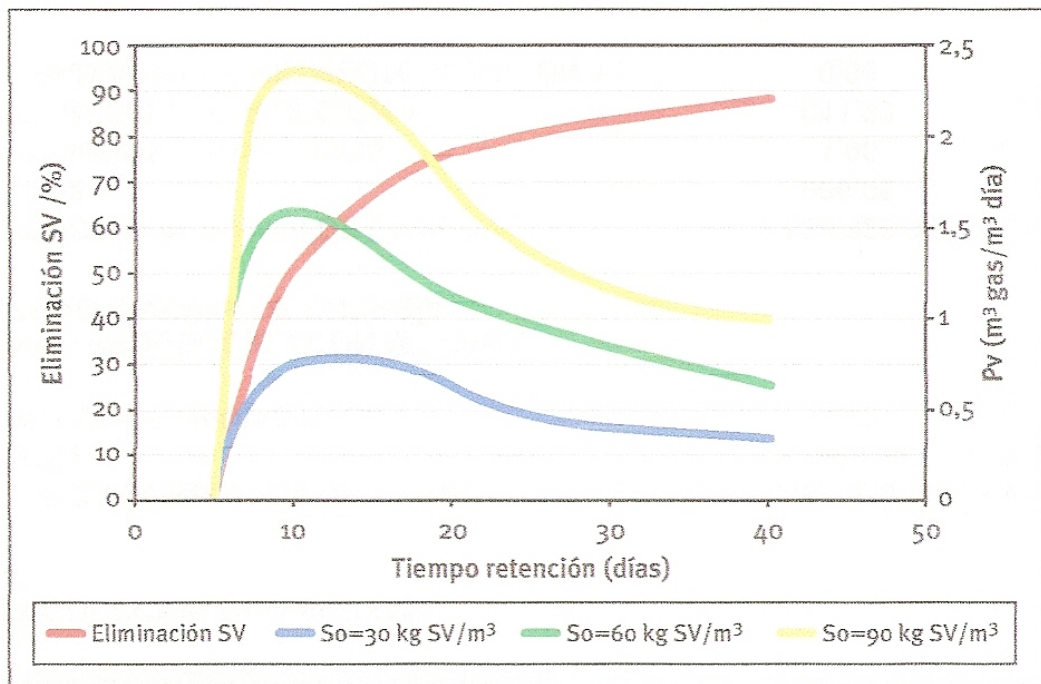


FIGURA N° 15 Eliminación de sólidos volátiles y producción volumétrica de gas para un reactor anaerobio continuo de mezcla completa, en función del tiempo de retención hidráulico. FUENTE: IDAE - GIRO

Velocidad de carga orgánica. (OLR en inglés) Es la cantidad de materia orgánica introducida por unidad de volumen y tiempo. Valores bajos implican baja concentración en el influente y/o elevado tiempo de retención. El incremento en la OLR implica una reducción en la producción de gas por unidad de materia orgánica introducida (ver Figura nº 16), debiendo encontrar un valor óptimo técnico/económico para cada instalación y residuo a tratar.

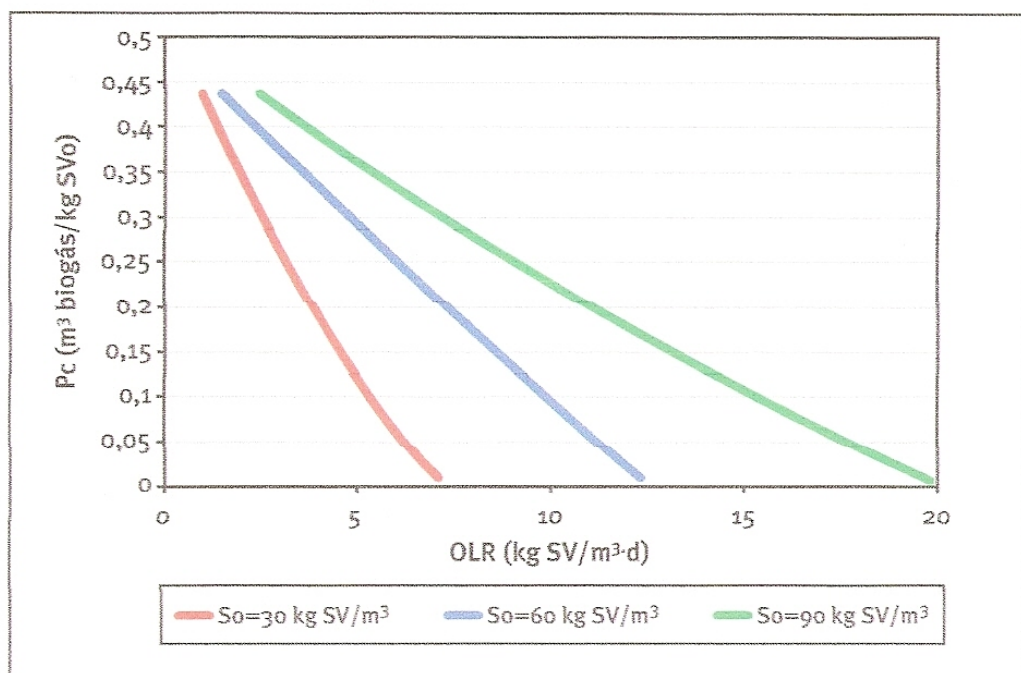


FIGURA N° 16 Producción de gas por unidad de carga en función de la velocidad de carga orgánica (OLR), para los datos de la Figura 14. FUENTE: IDAE - GIRO

El biogás no solo puede utilizarse para la producción de energía eléctrica y térmica, otros usos del mismo pueden ser:

- Producción de vapor
- Inyección en red de gas natural
- Combustible para vehículos a motor
- Pilas de combustible
- Productos químicos

1.7 CONFIGURACIÓN DE LAS MICROTURBINAS

Se han estudiado 2 opciones de configuración de la microturbina:

- Realizar un consumo interno de la energía generada
- Vender toda la energía eléctrica generada y consumir toda la energía térmica

Ambas opciones quedan reflejadas en la figura nº 17.

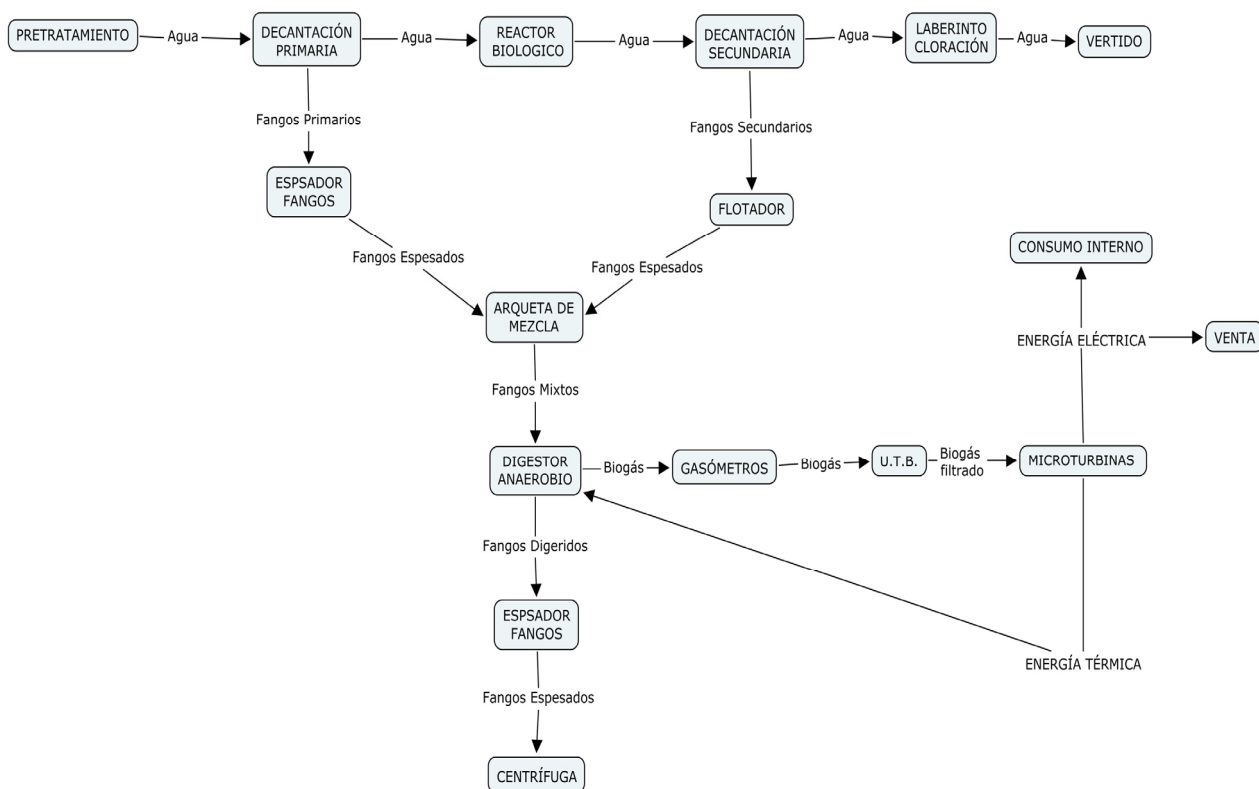


FIGURA Nº 17 Mapa conceptual de los flujos de agua y de energía en la EDAR

La principal demanda de energía térmica de la planta es el mantenimiento de la temperatura de operación del digestor anaerobio en condiciones mesofílicas (36° C). [2] El mantenimiento de la temperatura en el digestor es vital dado que de ello depende la producción de biogás así como la supervivencia de los organismos responsables del proceso.

Para ello se hace pasar el fango antes de entrar al digestor por un intercambiador agua-fango. Así pues el cálculo de la demanda de energía térmica viene dado por el cálculo de las pérdidas de energía en el digestor y en los circuitos de distribución así como de la energía necesaria para calentar los lodos.

El consumo de energía eléctrica durante el año 2009 también podría ser calculado a partir de la potencia instalada pero para trabajar con un valor real se tomaron los datos de las lecturas mensuales del contador de la compañía suministradora y de la motogeneración.

1.8 MARCO LEGAL

La producción de electricidad a partir de fuentes renovables está regulada desde 1980, aunque es en el RD 2.366/1994, de 9 de diciembre, cuando se menciona la biomasa como tal para producción de electricidad. Desde ese momento, la normativa ha ido evolucionando, a través de sucesivas reglamentaciones, hasta la publicación y entrada en vigor el 1 de junio de 2007 del RD 661/2007, por el que se regula la producción de energía eléctrica en régimen especial. [3]

De forma casi coetánea, en mayo de 2007, se publica el RD 616/2007 de fomento de la cogeneración. Mientras que este último persigue el fomento del ahorro de energía primaria a través de la promoción de la cogeneración de alta eficiencia, el RD 661 tiene por objetivo reemplazar el RD 436/2004, por el que se establece una metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica, dando un transitorio a las instalaciones acogidas a este último.

Los principales cambios respecto al marco anterior dados por el vigente RD 661 son:

- En términos generales, incrementos de la retribución, para permitir el cumplimiento de los objetivos.
- Retribución diferenciada según el tipo de recurso. Permitir instalaciones híbridas. Establecimiento de un sistema de certificación.
- Posibilitar la presencia de instalaciones pequeñas, favoreciendo la entrada de tecnologías emergentes como la gasificación.
- Exigencia de una eficiencia energética mínima. Favorecer económicamente la cogeneración.
- Posible prima a la co-combustión en centrales de régimen ordinario.

El nuevo RD crea un escenario favorable para las cogeneraciones con biomasa, especialmente en el sector terciario, y se muestra exigente con aquellas cogeneraciones con poca valorización del calor. En lo que respecta a rentabilidad económica de la producción eléctrica, el nuevo Real Decreto persigue que las cogeneraciones con

biomasa alcancen unas rentabilidades razonablemente atractivas, tanto si se cede la electricidad al distribuidor como si se vende la electricidad en el mercado.

En este segundo caso, el beneficio puede ser algo mayor, pero existe un cierto riesgo en la retribución final a percibir, derivado de la participación en el mercado diario de la electricidad.

En el caso de vender la electricidad en el mercado, la prima variará según el precio del mercado de referencia. Para ello, se establecen unos límites inferiores y superiores para cada tecnología para la suma del precio del mercado de referencia y la prima de referencia.

Los importes de las tarifas (cesión al distribuidor) así como de las primas, los límites superior e inferior y otros complementos, se actualizarán anualmente tomando como referencia el incremento del IPC -0,25 hasta 2012 y -0,50 a partir de entonces.

La producción eléctrica con biomasa, sea cogeneración o no, y en particular las instalaciones puestas en marcha a partir del 1 de enero de 2008, estarán a lo dispuesto en el RD 661/2007 que entró en vigor el 1 de junio de 2007 en sustitución del RD 436/2004.

Adicionalmente, hay que indicar que el régimen económico es transitorio de forma que, cuando se alcance el objetivo de potencia previsto en cada uno de los grupos, las instalaciones que se inscriban a partir de ese momento recibirán una retribución distinta.

Independientemente de los objetivos de cogeneración, los objetivos a 2010 en cuanto a la potencia a instalar en plantas que empleen biomasa como combustible principal se cifran en: [3]

- Producción eléctrica con biomasa (grupos b.6 y b.8): 1.317 MW (en 2.009 habían instalados 595 MW. Fuente:UNESA)
- Producción eléctrica con biogás (grupo b.7): 250 MW

El caso objeto del estudio correspondería con el siguiente ámbito de aplicación:

CATEGORÍA: b

Instalaciones que utilicen como energía primaria alguna de las energías renovables no consumibles, biomasa, o cualquier tipo de biocarburante, siempre y cuando su titular no realice actividades de producción en el régimen ordinario.

GRUPO: 7

Centrales que utilicen como combustible principal biomasa procedente de estiércoles, biocombustibles o biogás procedente de la digestión anaerobia de residuos agrícolas y ganaderos, de residuos biodegradables de instalaciones industriales o de lodos de depuración de aguas residuales, así como el recuperado en los vertederos controlados, en los términos que figuran en el ANEXO II del RD 661/2007.

SUBGRUPO: 2

Instalaciones que empleen como combustible principal el biogás generado en digestores empleando alguno de los siguientes residuos: residuos biodegradables industriales, lodos de depuradora de aguas urbanas o industriales, residuos sólidos urbanos, residuos ganaderos, agrícolas y otros para los cuales se aplique el proceso de digestión anaerobia, tanto individualmente como en co-digestión.

CRITERIOS DE RENDIMIENTO

Además según el ANEXO I del RD 661/2007 se establecen unos valores mínimos de rendimiento de las instalaciones de cogeneración para que se puedan acoger al citado Real Decreto.

El rendimiento de las instalaciones de cogeneración viene dado por la fórmula:

$$R = \frac{(E + V)}{Q} \quad (2)$$

Donde:

Q es el consumo de energía primaria, medida por el poder calorífico inferior de los combustibles utilizados.

V es la producción de calor útil o energía térmica útil. En el caso de que la demanda sea de refrigeración, la energía térmica útil correspondiente tomará el mismo valor que la demanda de refrigeración final que satisfaga la cogeneración. Se considera como energía primaria imputable a la producción de calor útil (V) la requerida por calderas de alta eficiencia en operación comercial, y se fija un rendimiento para la producción de calor útil igual al Ref H, que podrá ser revisado en función de la evolución tecnológica de estos procesos.

E es la energía eléctrica generada medida en bornes de alternador y expresada como energía térmica, con un equivalente de 1 kWh = 860 kcal.

El rendimiento eléctrico equivalente (REE) de la instalación se determinará, por la fórmula:

$$REE = \frac{E}{[Q - (V / \text{Ref H})]} \quad (3)$$

Donde:

Ref H es el valor de referencia del rendimiento para la producción separada de calor, de conformidad con lo dispuesto en la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo o norma que lo transponga.

Para la determinación del rendimiento eléctrico equivalente en el momento de extender el acta de puesta en servicio de una planta, se contabilizarán los parámetros Q, V y E durante un periodo ininterrumpido de dos horas de funcionamiento a carga nominal.

A los efectos de justificar el cumplimiento del rendimiento eléctrico equivalente en la declaración anual, se utilizarán los parámetros Q, V y E acumulados durante dicho periodo.

Los valores de rendimiento eléctrico equivalente mínimos para cogeneraciones con biomasa son:

- Biomasa incluida en los tipos b.6 y b.8: 30%
- Biomasa incluida en el grupo b.7.2: 50%

Para plantas de menos de 1 MW, la exigencia se reduce en un 10%, es decir, 27% y 45% respectivamente.

La Administración General del Estado, a través de la Comisión Nacional de la Energía, y en colaboración con los órganos competentes de las Comunidades Autónomas correspondientes, realizará inspecciones periódicas y aleatorias a lo largo del año en curso sobre aquellas instalaciones de cogeneración objeto del cumplimiento del requisito del rendimiento eléctrico equivalente, siguiendo los criterios de elección e indicaciones que la Secretaría General de la Energía del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio imponga en cada caso, ajustándose el número total de inspecciones efectuadas anualmente a un mínimo del 10% del total de instalaciones de cogeneración existentes, que representen al menos el 10% de la potencia instalada dentro del subgrupo correspondiente. [3]

Dichas inspecciones se extenderán a la verificación de los procesos y condiciones técnicas y de confort que den lugar a la demanda de calor útil.

CRITERIOS DE EFICIENCIA

El ANEXO II apartado C del RD 661/2007, establece que los sistemas de generación eléctrica a condensación, con biomasa y/o biogás deben alcanzar unos niveles mínimos de eficiencia para su generación bruta de energía eléctrica.

Es decir, para ser incluidos en el régimen especial y beneficiarse de la retribución, las plantas de biomasa deben alcanzar los rendimientos eléctricos mínimos siguientes:

- Hasta 5 MW: 18%
- De 5 a 10 MW: 20%
- De 10 a 20 MW: 22%
- De 20 a 50 MW: 24%

El cálculo de la eficiencia se realizará conforme a la siguiente fórmula:

$$Eficiencia = \frac{[PEB] \cdot 0,086}{EPC} \quad (4)$$

Donde:

[PEB] es la producción eléctrica bruta anual, en MWh.

EPC: energía primaria consumida, en toneladas equivalentes de petróleo, contabilizando a PCI (poder calorífico inferior). El hecho de no alcanzar los niveles de eficiencia establecidos podrá dar lugar a la revocación de la condición de productor de electricidad en régimen especial o a la suspensión del régimen económico.

1.9 OBJETIVOS

En el actual escenario de crisis económica, de agotamiento de los recursos fósiles de energía y del aumento de la contaminación del medioambiente, la búsqueda de la máxima eficiencia así como del desarrollo de fuentes de energía renovables, como es el caso del biogás obtenido a partir de las aguas residuales urbanas, es de por sí el principal objetivo que se puede perseguir.

Para conseguir este objetivo, se pretende desarrollar una herramienta que nos permita simular el comportamiento de una microturbina de biogás operando según condiciones reales en una EDAR de tipo urbano.

La simulación nos proporcionarán los datos suficientes para definir la viabilidad técnica y económica de la instalación, así como conocer cómo evoluciona el sistema al modificar determinados parámetros relevantes, como pueden ser el precio de compra y el venta de la electricidad o el incremento de capacidad de los digestores, y así establecer las decisiones que nos proporcionen el mejor resultado operativo de la instalación.

2 ESTADO DEL ARTE

La tecnología actual de las microturbinas es el resultado del desarrollo de pequeñas turbinas empleadas en automoción y en el campo aeronáutico para generar energía auxiliar.

En 1963 se montó la primera microturbina en un BOEING 727 y hoy todos los aviones comerciales disponen de éstas para la generación eléctrica en tierra y el arranque de las grandes turbinas de propulsión.

A lo largo de los años 90, en parte debido a la crisis energética de California, se desarrollaron equipos para permitir una generación autónoma simple, de alta disponibilidad y con bajo mantenimiento. Fruto de esto a finales de la década de los 90 se empezaron a realizar las primeras pruebas de campo de las actuales microturbinas y a principios del 2000 se comenzaron a comercializar.

En 1999-2000 se realizó la primera instalación de una microturbina modelo CAPSTONE C30 en la EDAR de Palmdale en Los Ángeles (EE.UU.) (Fuente: BioCycle Energy – Febrero 2004)

En España son varias las instalaciones realizadas con microturbinas fundamentalmente en centros comerciales, industria azulejera y textil, edificios de oficinas y hoteles donde el combustible empleado es gas natural. Las EDAR urbanas que tienen instaladas microturbinas y que emplean biogás procedente de una digestión anaerobia son muy escasas destacando las siguientes: EDAR de Rubí (Barcelona), EDAR de Paterna (Valencia), EDAR del Terri (Gerona) y EDAR de Blanes (Gerona).

Los principales fabricantes mundiales de MT son de Estados Unidos de América destacando por orden de importancia los siguientes: CAPSTONE, INGERSOLL RAND, GENERAL ELECTRIC y ELLIOT ENERGY SYSTEMS.

En Europa los principales fabricantes son los siguientes: TURBEC (Suecia) y BOWMAN POWER (Reino Unido), seguidos de MICROTURBO (Francia), TURBO GENSET (Reino Unido), OPRA (Holanda) y WALTER (República Checa)

Algunos de los principales grupos de investigación en este campo son los siguientes:

The OMES project
Optimised Microturbine Energy Systems.
Contract No. NNE5/20128/1999
Coordinator Aksel HAUGE PEDERSEN
Dansk Olie & Naturgas A/S
E-mail ahp@dong.dk
Phone: +45 4517 1238
Fax: +45 4517 1282

The CHEP project
.Research and development of high efficiency components for an intercooled, recuperated
CHP gas turbine for Combined Heat and Efficient Power.
Contract No. ENK5-CT-2000-00070
Coordinator: Andre Romier
MICROTURBO S.A.

Chemin Pont de Rupe 8, 31000, Toulouse, France
e-mail: Andre.romier@microturbo.snecma.fr

The MICRO_TRIGEN project
.Micro-Trigeneration and Integrated Energy Services in South of Europe and Brazil.
Contract No. NNE5-2001-275
Coordinator Gabriela PRATA DIAS:
ECOGEN - Servicos de Energia Descentralizada, SA
Rua Dr. Antonio Candido, 10-4o, 1050-076 LISBOA, PORTUGAL
Tel:+351 21 319 48 50
Fax:+351 21 314 04 11
e-mail: gdias@ecogen-sa.com

The CAME-GT Thematic Network
.Thematic Network for Cleaner and More Efficient Gas Turbines.
Contract No. ENK5-CT-2000-20062
(<http://www.came-gt.com/default.htm>)
Co-ordinator: Mr. David Pollard (david.pollard@power.alstom.com)

The BIOTURBINE Altener project
.Opportunities for biofuel-burning microturbines in the European decentralised-generation market.
Contract No AL-2002- 11
Co-ordinator: Dr. Rainer JANSSEN, WIP, Germany

The PROSMACO project
.Promotion of small scale cogeneration in rural areas.
Contract No XVII/4.1031/P/99-115
Co-ordinator: Dominique GIRAUD,
INESTENE, France

The BIOCOGEN project
.Biomass Cogeneration Network.
Contract No ENK5 CT2001 80525
Co-ordinator: Kalliopi PANOUTSOU,
CRES, Greece

Actualmente la tendencia de las investigaciones en este campo está en la utilización de nuevos materiales que permitan trabajar con temperaturas y relaciones de compresión mayores, para así obtener mejores rendimientos. La temperatura de entrada a la turbina está limitada actualmente a unos 1000° C y la relación de compresión sobre 4. Valores superiores a estos harían que el coste del equipo no fuera rentable. [4] [5]

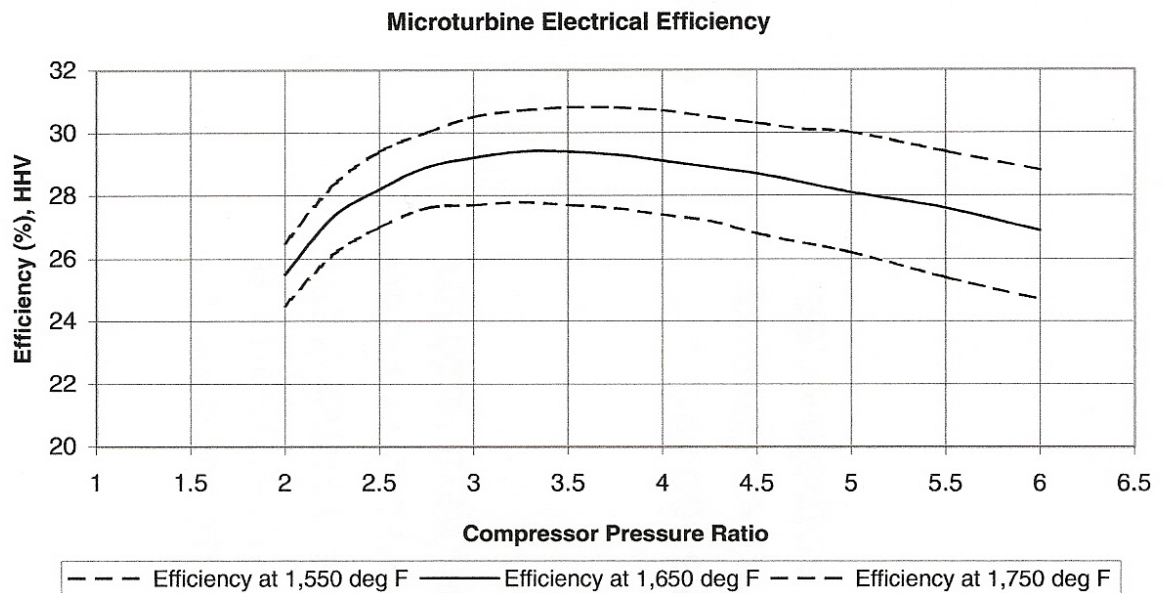


FIGURA N° 18 Eficiencia de la microturbina en función de la relación de compresión y de la temperatura en la turbina. FUENTE: EPA – Energy Nexos Group

Colin F. McDonald et al (2003) estudió la influencia en el incremento de la eficiencia de las microturbinas el empleo de nuevas superficies y materiales en la construcción de recuperadores de calor aplicados a microturbinas. [18]

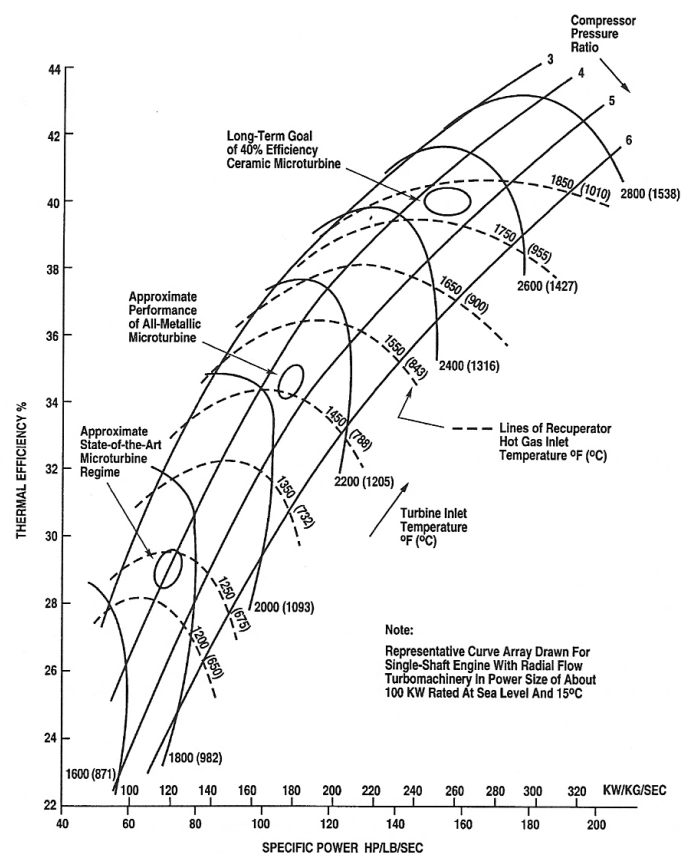


FIGURA N° 19 Evolución eficiencia de la microturbina en función de nuevos materiales empleados. FUENTE: McDonald Thermal Engineering

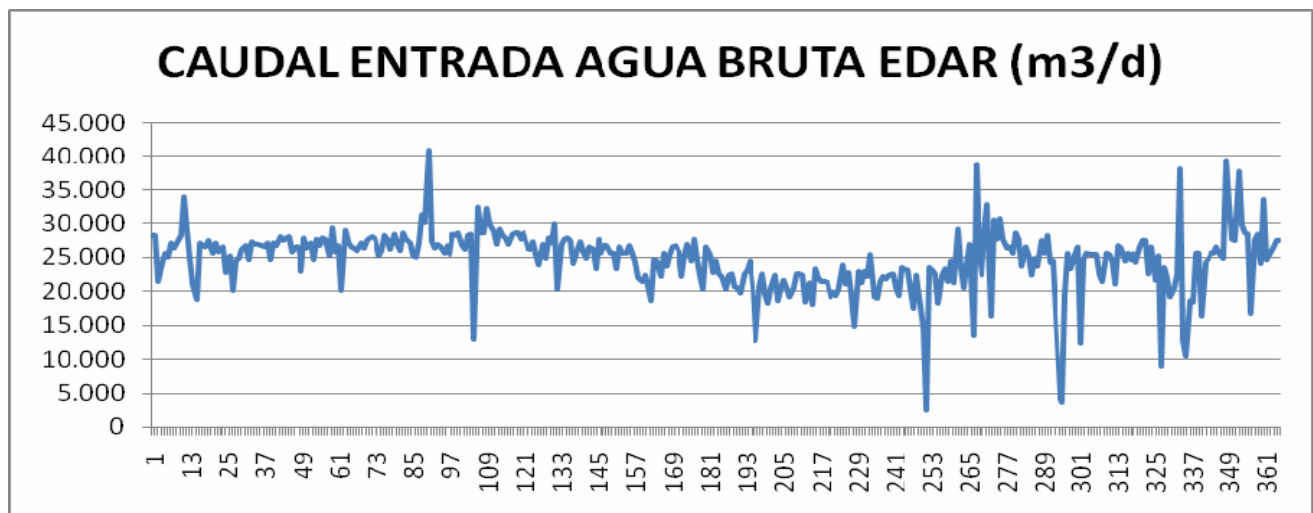
3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 MATERIALES

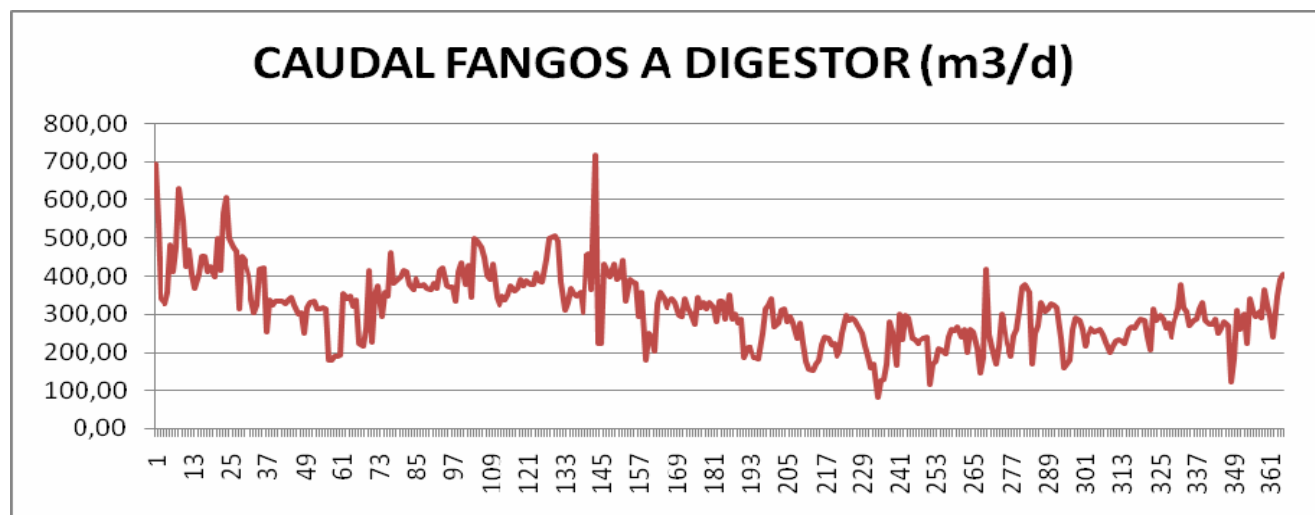
La principal fuente de suministro de datos para la realización de la simulación fue Aquagest Región de Murcia, empresa encargada de gestionar la EDAR CABEZO BEAZA.

Además la empresa fabricante de microturbinas CAPSTONE fue quién nos suministró las especificaciones técnicas de la MT así como de sus equipos asociados. El resto de los datos necesarios fueron obtenidos de artículos y publicaciones científicas.

Para obtener el caudal de biogás que es capaz de generar la planta es necesario conocer los caudales de entrada a la planta así como al digestor anaerobio. En las gráficas nº 1 y nº 2 se pueden apreciar los citados caudales.



GRÁFICA Nº 1 Caudal de entrada de agua bruta a la EDAR CEBZO BEAZA. FUENTE: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA



GRÁFICA N° 2 Caudal de entrada de fangos mixtos al digestor. FUENTE: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA

Como puede apreciarse el caudal de entrada de agua bruta a la EDAR CABEZO BEAZA es casi constante (disminuye un poco en los meses de verano) lo que indica que no existe una estacionalidad propia de instalaciones situadas en zonas costeras turísticas.

Además del caudal de entrada es necesario conocer la calidad del mismo, es decir, los valores de concentración y materia volátil del fango antes y después de pasar por el espesador. Estos valores son los siguientes:

	Concentración de fango espesado	Materia volátil del fango mixto	Materia volátil del fango digerido
	Kg/m3	%	%
enero-09	38,26	74,37	64,38
febrero-09	36,74	73,44	64,22
marzo-09	43,66	75,89	66,21
abril-09	35,74	72,06	65,39
mayo-09	39,55	73,87	64,73
junio-09	42,06	73,85	63,69
julio-09	33,23	72,43	59,96
agosto-09	34,36	72,35	58,22
septiembre-09	40,68	66,08	59,45
octubre-09	39,00	69,45	56,32
noviembre-09	39,59	70,96	57,69
diciembre-09	32,75	71,91	61,75

TABLA N° 2 Valores del fango a digestor y digerido. FUENTE: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA

Los valores suministrados por Aquagest Región de Murcia de la EDAR CABEZO BEAZA de concentración y materia volátil del fango mixto a digestor así como del de materia volátil de fango digerido son de carácter mensual ya que estas lecturas no son necesarias realizarlas diariamente. Por tanto pese a que los valores de caudal son diarios

los valores que les aplican de concentración y materia volátil del fango mixto a digestor así como de materia volátil de fango digerido serán mensuales.

Para conocer la calidad del biogás generado en el digestor, Aquagest Región de Murcia mandó realizar una analítica a un laboratorio acreditado, siendo los valores que se indican los obtenidos.

Contenido en SH₂: 642,29 ppm

Contenido en CH₄: 57,09 %

Para poder determinar la demanda térmica del espesador es necesario conocer los siguientes valores:

- Temperatura y caudal del fango mixto de entrada al digestor.
Ver TABLA N° 3
Fuente: Aquagest Región de Murcia
- Temperatura del aire en la zona
Ver TABLA N° 3
Fuente: Agencia Estatal de Meteorología
- Temperatura del terreno alrededor del digestor a 2 m de profundidad
Ver TABLA N° 3

La temperatura del terreno a una profundidad y un tiempo dado, es función de la temperatura exterior en ese instante (Kusada&Achenbach 1965) y puede obtenerse a partir de la fórmula siguiente:

$$T_s(y,t) = T_m - A \cdot e^{-y\sqrt{\frac{\pi}{365 \cdot \alpha}}} \cos\left[\frac{2\pi}{365}(t - t_0 - T_s \frac{y}{2} \sqrt{\frac{365}{\pi \cdot \alpha}})\right] \quad (5)$$

Donde:

y = Profundidad

t = Tiempo

A = Amplitud de la oscilación de la temperatura de la superficie

T_m = Temperatura media

α = Difusividad (Relación entre la capacidad de conducción del terreno y su capacidad térmica. Se expresa en m²/s)

t₀ = Tiempo con la temperatura media más baja en todo el año

Teniendo en cuenta estas consideraciones se estimaron los valores a partir de los datos de temperatura proporcionados por el Prof. Alejandro Pérez Pastor perteneciente al Dpto. Producción vegetal de la ETSIA - Universidad Politécnica de Cartagena, a varias capas de profundidad en unos terrenos de la Finca Tomas Ferro de Cartagena,

- Temperatura de operación del digestor
Dado que el digestor opera en condiciones mesofílicas la temperatura de operación del mismo es de 36°C
Fuente: IDAE – “Biomasa: Digestores Anaerobios”

- Coeficientes de transmisión del calor del hormigón al terreno y al aire

Coef. Transf. calor HORMIGÓN - AIRE: $0,7 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

Coef. Transf. calor HORMIGÓN - TERRENO PARED LATERAL: $0,9 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

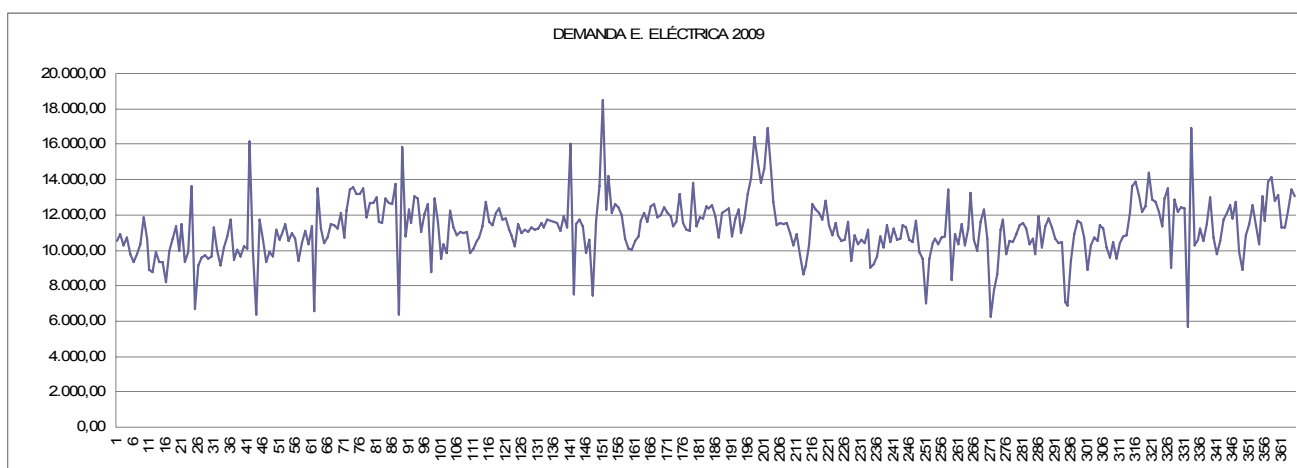
Coef. Transf. calor HORMIGÓN - TERRENO FONDO: $1,4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$

	Fango espesado a digestor	Tª fango espesado a digestor	Tª AIRE	Tª TERRENO
	m3/d	°C		
enero-09	455,32	20,00	11,70	8,00
febrero-09	309,61	19,00	12,10	8,00
marzo-09	340,84	20,00	14,10	10,00
abril-09	390,33	21,00	15,40	10,00
mayo-09	399,61	23,00	20,20	12,00
junio-09	318,07	25,00	23,70	12,00
julio-09	263,35	28,00	26,70	13,00
agosto-09	215,35	30,00	27,20	13,00
septiembre-09	218,16	28,00	23,70	12,00
octubre-09	267,00	26,00	21,40	12,00
noviembre-09	263,71	24,00	16,90	11,00
diciembre-09	287,97	20,00	13,20	11,00

TABLA N°3 Valores del caudal de fango a digestor, Tª fango, Tª aire t Tª terreno. FUENTE: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA y AEMET

Demanda de energía eléctrica de la EDAR durante el año 2009

Los valores de demanda de energía eléctrica por parte de la EDAR CABEZO BEAZA durante el año 2009 fueron suministrados por la empresa que gestiona la misma y son los que se pueden ver en la gráfica n° 3



GRÁFICA N° 3 Demanda de energía eléctrica en la EDAR CABEZO BEAZA.. FUENTE: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA

Éstos valores se corresponden con la suma de las aportaciones de la red y de la motogeneración existente.

Especificaciones técnicas de la microturbina

Las especificaciones técnicas de las microturbinas de la marca CAPSTONE que pueden operar con biogás como combustible son las que se aprecian en la tabla n° 4:

	C30 / CR30	C65 / CR65	C200 / CR200
Prestaciones eléctricas			
Potencia neta	30 kW	65 kW	200 kW
Tensión	400 a 480 VAC	400 a 480 VAC	400 a 480 VAC
Tipo	Trifásico	Trifásico	Trifásico
Frecuencia			
conectada a la red	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz	50 / 60 Hz
modo aislado	10 – 60 Hz	10 – 60 Hz	10 – 60 Hz
Corriente máxima de salida			
conectada a la red	46A	100A	290A
modo aislado	54A	127A	310A
Rendimiento eléctrico (PCI)	26%	29%	33%
Características de la turbina: biogás			
Tipo de biogás		digestión	digestión
Biogás PCS	3,6 a 13,18 kWh/Nm3	5,7 a 9 kWh/Nm3	5,7 a 9 kWh/Nm3
Contenido H2S	< 70.000 ppmv	< 5.000 ppmv	< 5.000 ppmv
Presión de entrada	3,8 a 5,5 barg (según PCS)	5,2 barg	5,2 barg
Consumo de combustible PCI	115 kW	224 kW	606 kW
Emisiones			
NOx @ 15% O2 (gas natural)	< 9 ppmvd	< 5 ppmvd	< 9 ppmvd
Caudal gases de escape	0,31 kg/s	0,49 kg/s	1,3 kg/s
Temperatura salida gases	275°C	309°C	280 °C
Dimensiones y peso			
Ancho x profundo x alto (mm)	762 x 1.524 x 1.956	762 x 1.956 x 2.388	1.700 x 3.660 x 2.490
Peso- Modelo para conexión a red	405 kg	1.000 kg	2.270 kg
Peso - Modelo para funcionamiento dual	578 kg	1.364 kg	3.180 kg

TABLA N°4 Especificaciones técnicas microturbinas CAPSTONE. FUENTE: CAPSTONE

Datos económicos

Los principales datos económicos que han sido utilizados en este trabajo son los siguientes:

- Oferta económica de la microturbina así como de sus equipos asociados.
Referencia: ESB1002OP.BIO.0 de fecha 23-02-2010 (VER ANEXO N° 8.4)
- Oferta del mantenimiento preventivo + correctivo, incluida mano de obra, de la microturbina por 5 y 9 años. Tarifa del 2010 (VER ANEXO N° 8.5)
- Coste medio compra electricidad durante el año 2009.
Fuente: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA
- Tarifa regulada de venta electricidad para el año 2009.
Fuente: REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Coste del mantenimiento (mano de obra + materiales) de la motogeneración existente
Fuente: AQUAGEST REGIÓN DE MURCIA

3.2 METODOS

3.2.1 ANÁLISIS TÉCNICO

Para la determinación la cantidad de biogás generado por el digestor a partir del fango mixto se han usado los datos definidos en el apartado anterior (MATERIALES).

Así pues mediante un balance de masa se puede obtener la cantidad de materia volátil reducida en el digestor y por tanto el biogás. Las ecuaciones empleadas son las siguientes:

$$\text{BIOGÁS}(\text{N.m}^3/d) = \left[\begin{array}{c} \text{Masa material volátil} \\ \text{reducida} (\text{Kg}/d) \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{Tasa producción} \\ \text{biogás} (\text{N.m}^3/\text{KgSV}) \end{array} \right] \quad (6)$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Masa material volátil} \\ \text{reducida} (\text{Kg}/d) \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Masa material volátil} \\ \text{al digestor} (\text{Kg}/d) \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Masa material volátil} \\ \text{en fangos digeridos} (\text{Kg}/d) \end{array} \right] \quad (7)$$

$$\left[\begin{array}{c} \text{Masa material volátil} \\ \text{en fangos digeridos} (\text{Kg}/d) \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Masa material mineral} \\ \text{digerida} (\text{Kg}/d) \end{array} \right] \times \frac{[\text{Materia volátil fango digerido} (\%)]}{[\text{Materia mineral fango digerido} (\%)]} \quad (8)$$

Para la determinación del Poder Calorífico Inferior (PCI) del biogás obtenido, se considerará que solamente la fracción del biogás que es CH_4 (57,09 %) aporta energía. Dado que el PCI del CH_4 es de 8.900 Kcal/N.m³ el PCI del biogás será de 5.081,01 Kcal/N.m³ o lo que es lo mismo 5,9 Kw.h/N.m³

A pesar del reducido nº de empresas fabricantes de microturbinas capaces de operar con biogás como combustible, la decisión de seleccionar una marca concreta se tomó considerando no solo la idoneidad del rango de equipos sino de la importancia de la empresa a nivel mundial. Por este motivo se optó por elegir al fabricante nº1 mundial (CAPSTONE) y dentro de éste se seleccionó el modelo que fuera compatible con la producción estimada de biogás, siendo éste un criterio básico de selección.

Si se eligiera un modelo con un consumo superior a la producción estimada de biogás, la microturbina operaría siempre a cargas parciales con un rendimiento inferior y unos costes de inversión superiores. Por el contrario si el consumo de la microturbina en condiciones de máximo rendimiento fuera inferior a la producción estimada de biogás la microturbina operaría siempre a rendimiento óptimo pero se estaría desaprovechando mucha energía del biogás no consumido.

Para calcular el caudal de biogás que podremos suministrar a la microturbina se deberá tener en cuenta la influencia de los gasómetros (2 uds de 1.040 m³ cada uno), ya que actuarán de depósito de laminación ante periodos de exceso o defecto de producción de

biogás. Dado que las lecturas de los datos de caudal de fango mixto a digestor fueron diarias los valores obtenidos tendrán un carácter diario, siendo ésta la máxima precisión que podremos obtener. Las ecuaciones consideradas son las siguientes:

Volumen de biogás en los digestores:

Si:

$$[\text{Vol. biogás gasómetro}_{i-1}] + [\text{Produce. biogás}_i] - [\text{Consumo biogás en MT}] > [\text{Vol. gasómetro}] \quad (9)$$

Entonces los gasómetros permanecerán llenos y el excedente se dirigirá a la antorcha

En caso contrario el volumen de biogás en los gasómetros será:

$$[\text{Vol. biogás en gasómetro}_{i-1}] + [\text{Produce. biogás}_i] - [\text{Consumo biogás en MT}] \quad (10)$$

Consumo de la microturbina:

Si:

$$[\text{Vol. biogás gasómetro}_{i-1}] + [\text{Produce. biogás}_i] > [\text{Consumo biogás en MT a } \eta_{\max}] \quad (11)$$

Entonces la microturbina operará al rendimiento óptimo.

En caso contrario la microturbina operará a un régimen parcial el cual vendrá determinado por la cantidad de biogás disponible que es:

$$[\text{Vol. biogás gasómetro}_{i-1}] + [\text{Produce. biogás}_i] \quad (12)$$

Dado que conocemos la curva de rendimiento y producción de energía de la microturbina en función del caudal de biogás consumido (VER ANEXO N° 8.6) por la misma podemos conocer como se comporta la microturbina a cargas parciales.

Biogás quemado en la antorcha:

$$\left[\begin{array}{c} \text{Biogás quemado} \\ \text{en antorcha} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{Vol. biogás} \\ \text{gasómetro}_{i-1} \end{array} \right] + [\text{Produce. biogás}_i] - \left[\begin{array}{c} \text{Consumo} \\ \text{biogás MT} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{c} \text{Vol. biogás} \\ \text{gasómetro}_i \end{array} \right] \quad (13)$$

Para obtener el valor de la demanda total de energía térmica del digestor se han considerado los siguientes consumos:

1. Calentamiento de lodos a digestión
2. Pérdidas en circuitos de distribución y otros
3. Pérdidas en el digestor

Para obtener los valores de los puntos nº1 y nº3 se ha empleado la siguiente ecuación:

$$Q = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) \quad (14)$$

Donde:

m = masa. (densidad del fango igual a 1)

C_p = Calor específico a presión constante

(T₂-T₁) = Diferencia entre la temperatura de entrada y de salida

Para obtener el valor de las pérdidas de calor en los circuitos de distribución y otros se ha considerado un valor de un 5% respecto a la energía necesaria para calentar los lodos del digestor.

Los valores de producción de energía eléctrica y energía térmica por la microturbina han sido obtenidos a partir de los siguientes criterios y factores de corrección:

- Producción a cargas parciales
- Factor de utilización
- Temperatura
- Altitud
- Presión del aire de entrada
- Presión gases de salida
- Cargas parásitas

El cálculo del valor de la producción a cargas parciales ya ha sido explicado dentro de este mismo capítulo.

El factor de utilización que hemos considerado es del 90%, es decir, se considera que el 10% del tiempo la microturbina no funcionará por diversos motivos como mantenimiento, paradas programadas de planta, Este valor ha sido obtenido gracias a la experiencia en otras instalaciones de CAPSTONE

La afección de la temperatura y la altitud sobre el rendimiento de la microturbina viene definido en la figura nº 20 y sus valores pueden obtenerse directamente de ella.

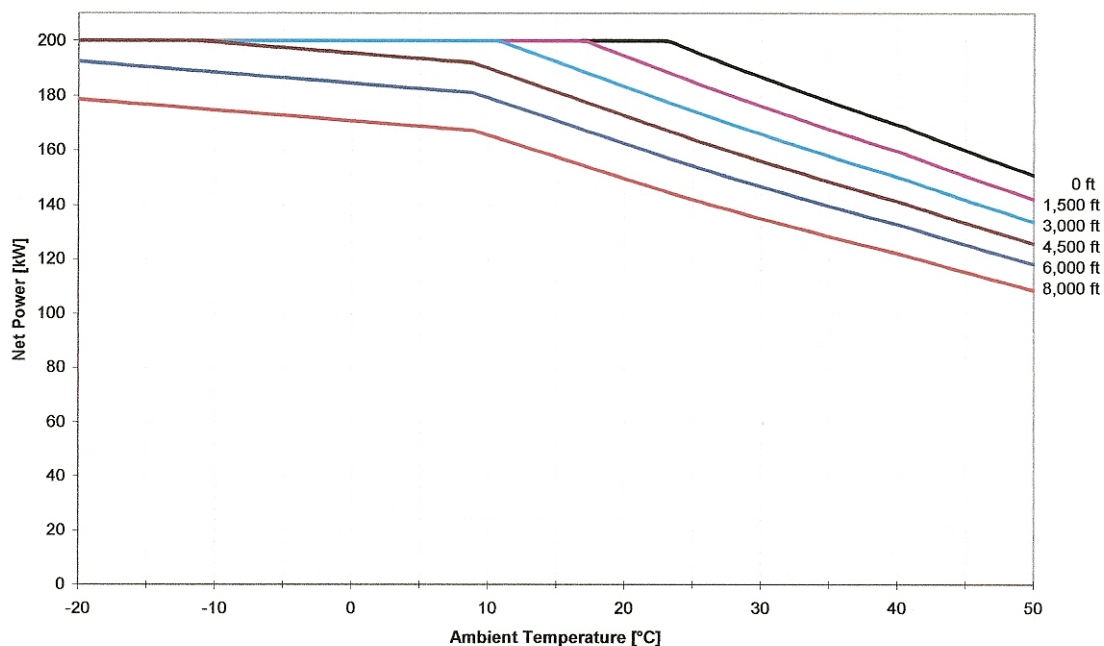


FIGURA N° 20 Influencia de la T^a y de la altitud en eficiencia de la microturbina FUENTE: CAPSTONE

De la citada gráfica puede obtenerse que para una instalación como la ubicada en la EDAR CABEZO BEAZA de Cartagena, que se encuentra casi a nivel el mar, la ecuación que define potencia eléctrica generada en función de la temperatura es la siguiente:

$$\text{Pot. Generada} = \text{Pot. Nominal} - 1,923 \cdot (T - 24) \quad \text{si } 24^\circ\text{C} < T < 50^\circ\text{C} \quad (15)$$

Para $T < 24^\circ\text{C}$ Pot. Generada = Pot. Nominal

La corrección de la eficiencia en función de las pérdidas de presión del aire de entrada a la microturbina así como por la pérdida de presión de los gases de escape vienen definidas en las tablas n° 5 y n° 6:

Inlet Pressure Loss (Inches of Water)	Inlet Pressure Loss Power CF	Inlet Pressure Loss Efficiency CF
0.0	1.000	1.000
1.0	0.994	0.998
2.0	0.987	0.995
3.0	0.981	0.993
4.0	0.974	0.990
5.0	0.968	0.988
6.0	0.961	0.986
7.0	0.955	0.983
8.0	0.949	0.981
9.0	0.942	0.978
10.0	0.936	0.976

TABLA N°5 Eficiencia de las microturbinas CAPSTONE en función de las pérdidas de presión en el aire de entrada a la turbina. FUENTE: CAPSTONE

Inlet Pressure Loss (Inches of Water)	Inlet Pressure Loss Power CF	Inlet Pressure Loss Efficiency CF
0.0	1.000	1.000
1.0	0.994	0.998
2.0	0.987	0.995
3.0	0.981	0.993
4.0	0.974	0.990
5.0	0.968	0.988
6.0	0.961	0.986
7.0	0.955	0.983
8.0	0.949	0.981
9.0	0.942	0.978
10.0	0.936	0.976

TABLA N°6 Eficiencia de las microturbinas CAPSTONE en función de las pérdidas de presión en los gases de escape. FUENTE: CAPSTONE

Las cargas parásitas son aquellas cargas que consumen energía y que son necesarias para el correcto funcionamiento del sistema de microgeneración. De ellas cabe destacar la Unidad de Tratamiento de Biogas y dentro de ésta la enfriadora y el compresor de biogás. La potencia parásita considerada es de 10 Kw (según recomendaciones de CAPSTONE) y se restará a la generada por el equipo.

La potencia térmica generada también se verá afectada por el factor de utilización, la corrección por temperatura y altitud así como la generación a cargas parciales.

La determinación de los criterios de eficiencia es fundamental ya que la legislación actual marca unos niveles mínimos de eficiencia para poder acogerse al régimen especial de productores de electricidad.

Los criterios de eficiencia considerados son los siguientes:

$$\text{Eficiencia Eléctrico: } EE = \frac{E}{Q} \quad (16)$$

$$\text{Eficiencia Térmica: } ET = \frac{V}{Q} \quad (17)$$

$$\text{Eficiencia Global: } EG = \frac{(E + V)}{Q} \quad (2)$$

$$\text{Relación Calor-Trabajo: } RCT = \frac{V}{E} \quad (18)$$

$$\text{Rendimiento Eléctrico Equivalente: } REE = \frac{E}{[Q - (V / \text{Ref H})]} \quad (3)$$

$$\text{Eficiencia según RD 661/2007: } Eficiencia = \frac{[PEB] \cdot 0,086}{EPC} \quad (4)$$

$$\text{Tasa Cobertura de Calor: } TCC = \frac{V}{DT} \quad (19)$$

$$\text{Tasa Cobertura de Eléctrica: } TCE = \frac{E}{DE} \quad (20)$$

Donde:

Q es el consumo de energía primaria, medida por el poder calorífico inferior de los combustibles utilizados.

V es la producción de calor útil o energía térmica útil. Se considera como energía primaria imputable a la producción de calor útil (V) la requerida por calderas de alta eficiencia en operación comercial, y se fija un rendimiento para la producción de calor útil igual al Ref H, que podrá ser revisado en función de la evolución tecnológica de estos procesos.

E es la energía eléctrica generada medida en bornes de alternador con un equivalente de 1 KWh = 860 kcal.

[PEB] es la producción eléctrica bruta anual, en MWh.

EPC es la energía primaria consumida, en toneladas equivalentes de petróleo, contabilizando a PCI (poder calorífico inferior).

DT es la demanda térmica de la planta

DE es la demanda eléctrica de la planta

Para calcular los valores de emisiones se han considerado los valores medios generados por el mix de producción en el año 2008, según datos de la Comisión Nacional de la Energía (CNE) y los datos proporcionados por el fabricante de la microturbina.

Emisiones por Kw.h producido durante 2008 según datos de la CNE:

0,39 Kg CO₂

0,42 mg Residuos Radiactivos

Para el caso de generar energía térmica en la caldera a partir de gas natural como combustible obtendremos las siguientes emisiones por Kw.h, según datos de GAS NATURAL

0,23 Kg CO₂

3.2.2 ANÁLISIS ECONÓMICO

Para conocer si la instalación de una microturbina como la descrita tiene una viabilidad económica se han empleado los siguientes criterios:

- Ahorro Anual (AA)
- Periodo de Retorno (PR)
- Valor Actualizado Neto (VAN)
- Tasa Interna Retorno (TIR)

Analizadas las opciones de consumo interno de la energía eléctrica o bien de venta (la energía térmica no se puede vender en nuestro caso) se ha obtenido un ahorro anual así como un periodo de retorno comparando con un sistema convencional de generación de energía o bien respecto a la actual situación de la EDAR (motogeneración)

Las ecuaciones utilizadas son las siguientes: [7]

$$[AA]_{\text{cons.interno}} = [\text{Coste Compra Electr.} + \text{Coste Generar Calor Caldera}]_{\text{sist.convencional}} - [\text{Coste Compra Déficit Electr.} + \text{Coste Mantenimiento MT} + \text{Coste Generar Calor Caldera}]_{\text{cons.interno}} \quad (21)$$

$$[AA]_{\text{venta electricidad}} = [\text{Coste Compra Electr.} + \text{Coste Generar Calor Caldera}]_{\text{sist.convencional}} - [\text{Coste Compra Electr.} + \text{Coste Mantenimiento MT} + \text{Coste Generar Calor Caldera} - \text{Ingresos Venta Electricidad}]_{\text{venta electricidad}} \quad (22)$$

$$\text{Periodo Retorno} = \frac{\text{Ahorro Anual}}{\text{Inversión}} \quad (23)$$

El Valor Actualizado Neto (VAN) nos permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos de caja futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto

Si el VAN de un proyecto es Positivo, el proyecto Crea Valor.

Si el VAN de un proyecto es Negativo, el proyecto Destruye Valor.

Si el VAN de un proyecto es Cero, el Proyecto No Crea ni Destruye Valor

La fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0 \quad (24)$$

Donde:

V_t representa los flujos de caja en cada periodo t .

I_0 es el valor del desembolso inicial de la inversión.

n es el número de periodos considerado.

K es el tipo de interés

La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto (VAN) es igual a cero.

La fórmula que nos permite calcular el TIR es:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_F}{(1+TIR)^t} - I_0 = 0 \quad (25)$$

4 RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN

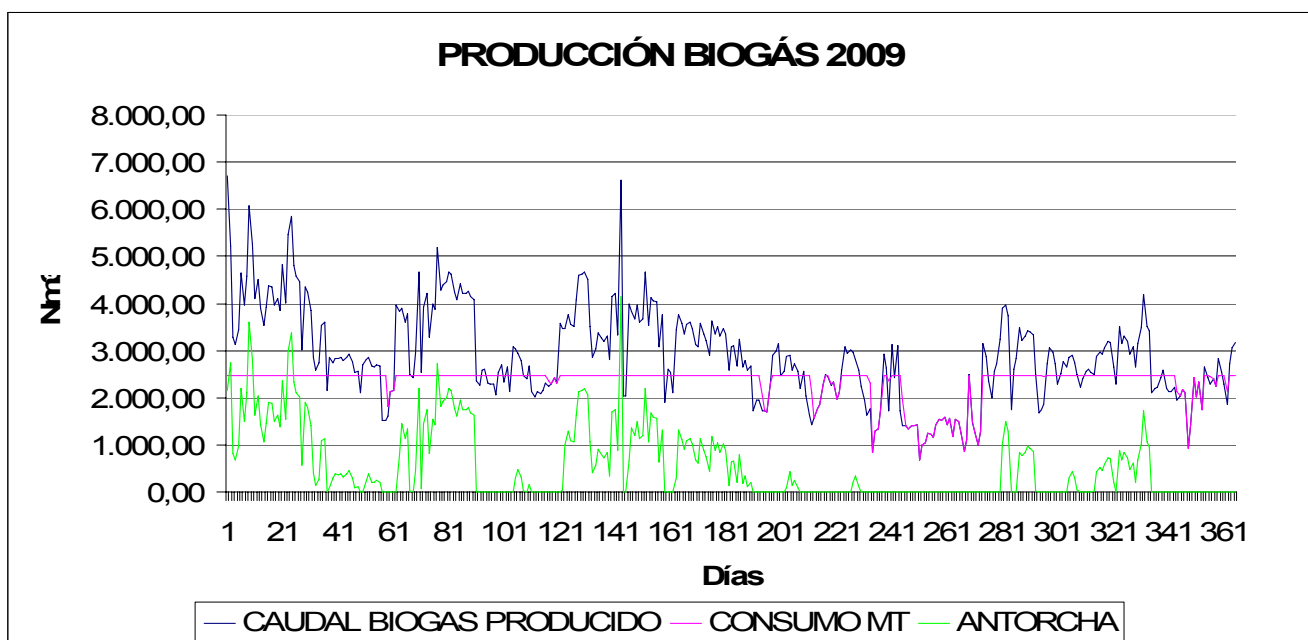
A continuación se exponen los resultados obtenidos:

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

Como puede apreciarse en la gráfica nº 4, la microturbina funcionará la mayor parte del tiempo en condiciones nominales (296 días de 365, es decir un 81,09 %) y las caídas de producción de biogás pueden ser absorbidas por los gasómetros siempre que sean de corta duración. La autonomía de los gasómetros es de 17,36 horas considerando una producción media anual de 2.874 N.m³/d.

La caída de la producción de biogás durante los meses de agosto y septiembre se debe fundamentalmente a que durante estos meses el caudal de entrada a la EDAR (ver gráfica nº 1) disminuyó a una media de 215,35 m³/d y 218,16 m³/d respectivamente cuando la media anual es de 310,78 m³/d.

Además de los resultados obtenidos se desprende que sobre el total de biogás generado el 80,97 % será consumido por la microturbina y el 19,03 % restante será quemado en la antorcha, es decir, será desaprovechado.

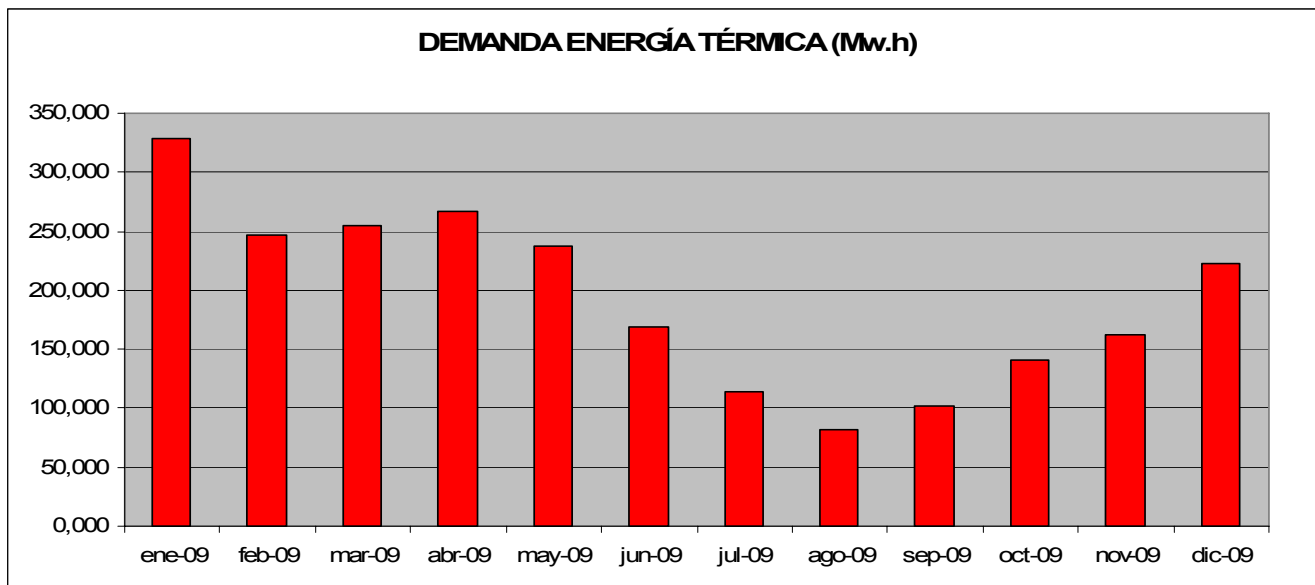


GRÁFICA Nº 4 Producción de biogás. Caudal consumido por la microturbina y biogás quemado en la antorcha

DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA.

Como puede apreciarse en la gráfica nº 5, la demanda de energía ha sido obtenida para valores medios mensuales dado que los datos empleados no nos permitían realizar un cálculo diario de la demanda.

Como se deduce de la gráfica n° 5, la menor demanda de energía térmica se produce durante los meses de mayor temperatura ambiente, esto es debido a que el digestor mantendrá mejor la temperatura de operación de 36°C



GRÁFICA N° 5 Demanda de energía térmica del digestor

SELECCIÓN DEL EQUIPO A INSTALAR.

Del análisis de las distintas opciones de microturbinas definidas en la tabla n° 4 así como del cálculo del biogás disponible obtenemos los siguientes resultados:

MICROTURBINA:	CAPSTONE CR200	
RENDIMIENTO ELÉCTRICO:	33,00%	PCI
NOMINAL STEADY STATE FLUEL FLOW (PCS)	2.400,00	MJ/hr
NOMINAL STEADY STATE FLUEL FLOW (PCI)	2.181,82	MJ/hr
PCI BIOGÁS DISPONIBLE	21.266,57	KJ/N.m3
CONSUMO BIOGÁS MT	102,59	N.m3/hr
PRODUCCIÓN MEDIA BIOGÁS	119,53	N.m3/hr
N° UNIDADES	1,17	

MICROTURBINA:	CAPSTONE CR 65	
RENDIMIENTO ELÉCTRICO:	29,00%	PCI
NOMINAL STEADY STATE FLUEL FLOW (PCS)	888,00	MJ/hr
NOMINAL STEADY STATE FLUEL FLOW (PCI)	807,27	MJ/hr
PCI BIOGÁS DISPONIBLE	21.266,57	KJ/N.m3
CONSUMO BIOGÁS MT	37,96	N.m3/hr
PRODUCCIÓN MEDIA BIOGÁS	119,53	N.m3/hr
Nº UNIDADES	3,15	

MICROTURBINA:	CAPSTONE CR 30	
RENDIMIENTO ELÉCTRICO:	26,00%	PCI
NOMINAL STEADY STATE FLUEL FLOW (PCS)	457,00	MJ/hr
NOMINAL STEADY STATE FLUEL FLOW (PCI)	415,45	MJ/hr
PCI BIOGÁS DISPONIBLE	21.266,57	KJ/N.m3
CONSUMO BIOGÁS MT	19,54	N.m3/hr
PRODUCCIÓN MEDIA BIOGÁS	119,53	N.m3/hr
Nº UNIDADES	6,12	

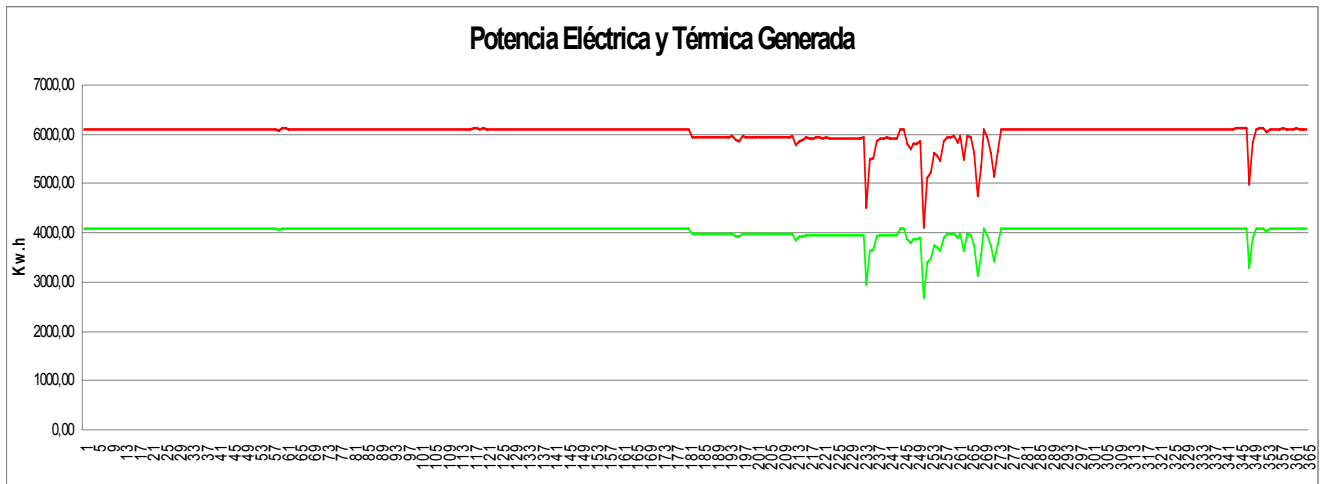
Como puede apreciarse de los resultados obtenidos, el consumo de la microturbina CR 200 se encuentra en un rango justo por debajo de la media de producción de biogás que es de 119,77 N.m³/h. Además debido al buen rendimiento del equipo a cargas parciales se puede ajustar perfectamente a bajadas de producción de biogás. De esta manera será necesaria una sola unidad de microturbina y la inversión será más ajustada.

Por otro lado la instalación de 3 uds del modelo CR 65 haría la instalación más flexible puesto que se podría ajustar mejor a los periodos de baja producción de biogás o a periodos de mantenimiento o averías, dejando fuera de servicio una o dos unidades pero sin embargo la inversión sería mucho mayor y lastaría enormemente la recuperación de la inversión.

ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA GENERADA POR LA MT.

La gráfica nº 6 muestra como la potencia producida por la microturbina es prácticamente estable la mayor parte del tiempo, a excepción de los meses de agosto y septiembre por los motivos ya comentados en el apartado de “PRODUCCIÓN DE BIOGÁS”.

Además se puede apreciar como la relación entre la energía térmica y eléctrica es favorable a la térmica en 1,42 veces (como ya se indicó en el capítulo METODOS)



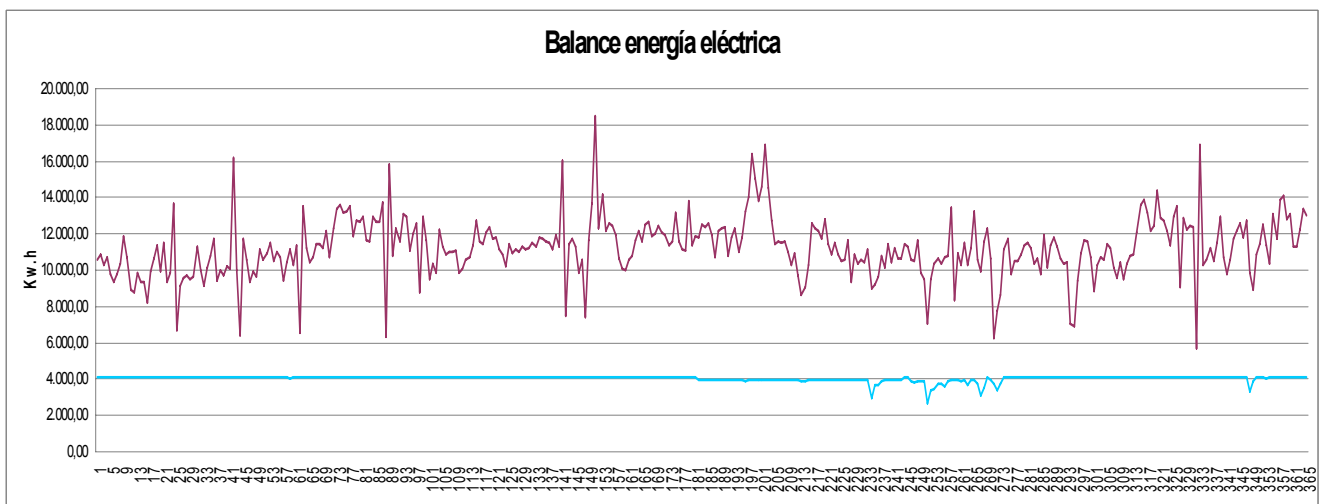
GRÁFICA N° 6 Energía eléctrica y térmica generada por la microturbina. Línea roja: Energía térmica. Línea verde: Energía eléctrica

BALANCE DE ENERGÍA.

Del análisis de la gráfica n° 7 se desprende que la microturbina no es capaz de abastecer la totalidad de la demanda de energía eléctrica de la EDAR.

Tan solo el 35,84 % de la demanda podrá ser atendida por la microturbina

$$\text{Tasa Cobertura de Eléctrica: } TCE = \frac{E}{DE} = 35,84 \%$$



GRÁFICA N° 7 Balance de energía eléctrica. Línea roja: Demanda energía eléctrica. Línea azul: Producción energía eléctrica

Del análisis de la gráfica n° 8 se desprende que la curva de la demanda de energía térmica y la curva de producción de energía térmica no están acopladas. Las causas fundamentales son que durante los meses de agosto y septiembre el caudal de entrada a

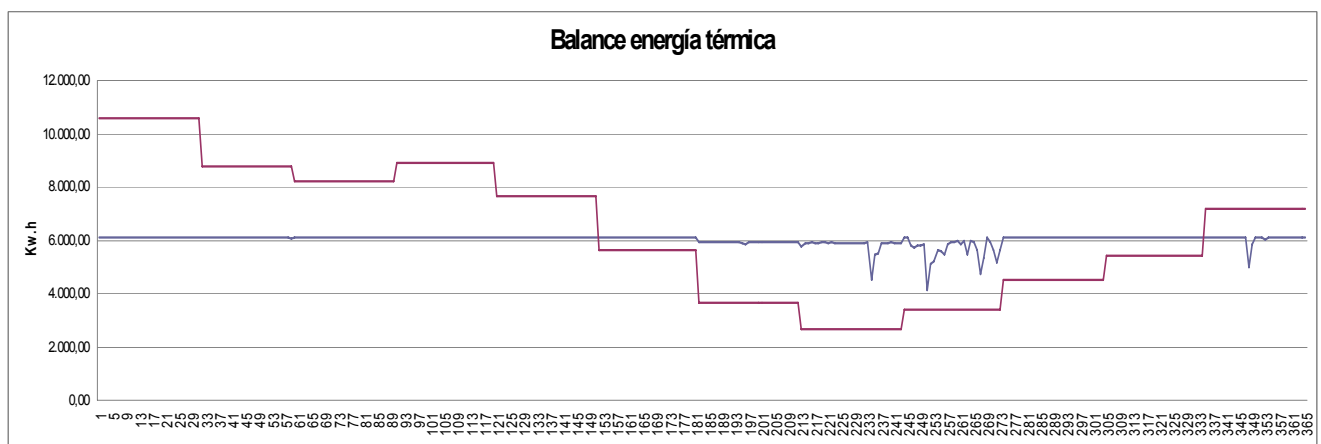
la EDAR disminuyó a una media de 215,35 m³/d y 218,16 m³/d respectivamente cuando la media anual es de 310,78 m³/d., por lo que la producción disminuyó. Por otro lado la demanda cayó durante los meses de mayor temperatura ambiente, esto es debido a que el digestor mantendrá mejor la temperatura de operación de 36°C

La falta de acoplamiento de ambas curvas da lugar a que durante un periodo de tiempo se produzca un exceso de energía que se desaprovechará (meses más cálidos) y otro periodo que se necesitará de energía extra (meses más fríos)

Trasladando a cifras lo anterior obtenemos los siguientes valores:

Potencia Térmica Generada (Kw.h/año)	Demanda Térmica(Kw.h/año)	Balance (Kw.h/año)	Energía Generada Útil (Kw.h/año)
2.197.502,77	2.325.263,09	-127.760,32	1.879.109,80

$$\text{Tasa Cobertura de Calor: } TCC = \frac{V}{DT} = 80,81 \%$$



GRÁFICA N° 8 Balance de energía térmica. Línea roja: Demanda energía térmica. Línea azul: Producción energía térmica

CITRERIOS DE EFICIENCIA

A continuación se indican los principales valores de eficiencia de la microturbina y de la instalación:

$$\text{Eficiencia Eléctrico: } EE = \frac{E}{Q} = 33 \%$$

$$\text{Eficiencia Térmica: } ET = \frac{V}{Q} = 46,86 \%$$

$$\text{Eficiencia Global: } EG = \frac{(E + V)}{Q} = 79,87 \%$$

$$\text{Relación Calor-Trabajo: } RCT = \frac{V}{E} = 1,42$$

$$\text{Rendimiento Eléctrico Equivalente: } REE = \frac{E}{[Q - (V / \text{Ref H})]} = 68,86 \%$$

$$\text{Eficiencia Energética según RD 661/2007: } \text{Eficiencia} = \frac{[PEB] \cdot 0,086}{EPC} = 23,70 \%$$

RD 661/2007 establece unos valores mínimos de eficiencia de las instalaciones para poder acogerse al régimen especial de productores de electricidad y por tanto de poder beneficiarse de las tarifas reguladas o de las primas.

El ANEXO I del RD 661/2007 establece que el Rendimiento Eléctrico Equivalente para instalaciones cuyo combustible sea biomasa y/o biogás incluido en el grupo b.7 y una potencia instalada inferior o igual a 1 MW debe ser superior al 45 %. En nuestro caso es del 68,86 %

El ANEXO II apartado C del RD 661/2007 establece que la Eficiencia Energética para sistemas de generación eléctrica a condensación, con biomasa y/o biogás deberán alcanzar un mínimo del 18 % para su generación bruta de energía eléctrica. En nuestro caso es del 23,70 %

DETERMINACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE EMISIONES

En la tabla siguiente se puede apreciar la reducción de emisiones de CO₂ y de generación de residuos radiactivos respecto a la opción de obtener la energía eléctrica y térmica a partir de la red eléctrica y de quemar gas natural en una caldera.

MICROTURBINAS VS SISTEMA CONVENCIONAL

SIST. CONV. - E. ELÉCTRICA CONSUMIDA DE LA RED :	4.097.529,00	Kw.h
SIST. CONV. - ENERGÍA TÉRMICA DE GAS NATURAL :	2.325.263,09	Kw.h
SIST. CONV. - EMISIONES DE CO ₂ :	2.132,85	T CO ₂
SIST. CONV. - GENERACIÓN RESIDUOS RADIATIVOS :	1,72	Kg
MT - ENERGÍA ELÉCTRICA CONSUMIDA DE LA RED :	2.628.831,84	Kw.h
MT - ENERGÍA TÉRMICA DE GAS NATURAL :	127.760,32	Kw.h
MT - EMISIONES DE CO ₂ :	1.054,63	T CO ₂
MT - GENERACIÓN RESIDUOS RADIATIVOS :	1,10	Kg
REDUCCIÓN CO ₂ :	1.078,22	T CO ₂
REDUCCIÓN RESIDUOS RADIATIVOS :	0,62	Kg

TABLA Nº7 Emisiones microturbina vs sistema convencional.

MOTOGENERACIÓN EXISTENTE

Como ya se ha indicado, la EDAR cuenta con una motogeneración formada por 2 motores de la marca GUASCOR modelo FGDL 180/55° que desarrollan una potencia unitaria de 250 KW de potencia mecánica y 240 KW de potencia eléctrica en bornes del alternador.

Éstos funcionan en una configuración de 1+1 (1 trabaja y otro en reserva) solo para atender la demanda interna de electricidad de toda la planta y de calor del digestor.

La línea de producción de biogás se encuentra formada por los siguientes elementos:

- 2 Digestores Anaerobios de 22 m. de diámetro y 3.500 m³ de volumen unitario
- 2 Gasómetros de 1.040 m³ de volumen unitario
- 1 Antorcha de 676 m³/h
- 1 Unidad de Tratamiento del Biogás
- 3 Surpresores de biogás para alimentar la motogeneración
- 3 Surpresores para alimentar las calderas
- 2 Calderas de agua de 300.000 Kcal/h
- Equipo de recirculación de agua caliente
- Equipo de recirculación de fango del digestor
- 2 Intercambiadores de calor agua-fango
- 2 Equipos motogeneradores de la marca GUASCOR y el modelo FGDL 180/55°
- 2 Intercambiadores de calor de los gases de escape de tipo piro tubular.
- 2 Aerorefrigeradores de los circuitos de alta y baja temperatura

Los cuales generan unas cargas parásitas a la producción eléctrica que son las siguientes:

Aerorefrigerantes HT/LT	6,00	Kw
Módulos extractores de aire	4,40	Kw
Módulos impulsores de aire	8,80	Kw
Auxiliares motogeneradores	13,00	Kw
Sobrepresores biogás motores	6,30	Kw
Total	38,50	Kw

De los datos proporcionados por la planta se destaca que las horas de funcionamiento de la motogeneración han sido de 6.896 y que durante éste tiempo se han generado en bornas del alternador 1.546.590,00 Kw.h, los cuales corregidos según las cargas parásitas detalladas se reducen a una producción neta de 1.281.094,00 Kw.h

Además la energía térmica desarrollada fue de 1.806.752,00 Kw.h, no pudiendo conocer si toda esta energía fue útil.

Conforme a la simulación de las cargas térmicas del digestor lo normal es que la demanda y la generación estuvieran desacopladas conforme al caso estudiado de la microturbina.

ESTUDIO DE COSTES Y VIABILIDAD ECONÓMICA

Como puede apreciarse en la tabla nº 8 la opción que menor coste anual de operación supondrá para la planta será la de operar con la microturbina vendiendo toda la electricidad generada y consumiendo toda la energía térmica. Esto es debido fundamentalmente a la diferencia entre el precio de compra de la electricidad y el precio de venta según tarifa regulada por el RD 661/2007 para el año 2009.

Valores considerados para el estudio económico:

Precio medio compra electricidad 2009	0,091139	€/Kw.h
Precio producción calor con caldera	0,005	€/Kw.h
Precio venta electricidad (RD 661/2007)	0,139533	€/Kw.h
Mantenimiento MT - Piezas y mano de obra por 9 años	27.711,110	€/año
Mantenimiento UTB - Piezas y mano de obra	3.500,000	€/año
Mantenimiento MOTOGENERACIÓN - Piezas y mano de obra	47.241,120	€/año
Inversión - Equipos	336.000,000	€
Inversión - Montaje y calderería	80.000,000	€
Inversión - Obra civil	20.000,000	€
Legalización e Ingeniería	25.000,000	€
Tipo de interés para VAN	10	%
Periodo de cálculo para VAN	12	años
Disminución flujo caja cada año	3	%

	COMPRA ELECTRICIDAD	COSTE MANTENIM.	GENERAR DÉFICIT CALOR - CALDERA	VENTA ELECTRIC.	TOTAL COSTE ANUAL
COSTE DE PRODUCCIÓN EN EL SISTEMA CONVENCIONAL	373.444,696		11.626,315		385.071,01 €
COSTE MOTOGENERACIÓN ACTUAL	256.687,069	47.241,120	2.592,555		306.520,74 €
COSTE MT - CONSUMO INTERNO	239.589,105	31.211,110	2.230,766		273.030,98 €
COSTE MT - VENTA DE ENERGÍA A LA RED	373.444,696	31.211,110	2.230,766	-204.931,721	201.954,85 €

TABLA Nº8 Costes distintas configuraciones de suministro energía la EDAR

De la tabla nº 9 se desprende que la instalación de una microturbina en la EDAR CABEZO BEAZA es viable tanto vendiendo electricidad a la red como vertiéndola a la planta siempre que se compare con la EDAR consumiendo toda la energía tanto de la red eléctrica como de una caldera quemando biogás.

Por el contrario en el caso de que la comparemos con la actual situación de la EDAR en la que existe una motogeneración, sólo la opción de vender la electricidad generada resultaría atractiva

OPCIÓN Nº1 - PRODUCCIÓN CON SISTEMA CONVENCIONAL

COSTE DE PRODUCCIÓN ANUAL	385.071,01 €
---------------------------	--------------

OPCIÓN Nº2 - PRODUCCIÓN CON MOTOG. PARA CONSUMO INTERNO

AHORRO ANUAL RESPECTO OPCIÓN Nº1	78.550,27 €
----------------------------------	-------------

OPCIÓN Nº3 - PRODUCCIÓN CON MT PARA CONSUMO INTERNO

AHORRO ANUAL RESPECTO OPCIÓN Nº1	112.040,03 €
PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	4,11
VAN - VALOR ACTUALIZADO NETO	191.190,69 €
TIR - TASA INTERNA DE RETORNO	19,27%

OPCIÓN Nº4 - PRODUCCIÓN CON MT PARA CONSUMO INTERNO

AHORRO ANUAL RESPECTO OPCIÓN Nº2	33.489,76 €
PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	13,77
VAN - VALOR ACTUALIZADO NETO	-236.672,30 €
TIR - TASA INTERNA DE RETORNO	-4,56%

OPCIÓN Nº5 - PRODUCCIÓN CON MT PARA VENTA A LA RED

AHORRO ANUAL RESPECTO OPCIÓN Nº1	183.116,16 €
PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	2,52
VAN - VALOR ACTUALIZADO NETO	578.342,10 €
TIR - TASA INTERNA DE RETORNO	36,04%

OPCIÓN Nº6 - PRODUCCIÓN CON MT PARA VENTA A LA RED

AHORRO ANUAL RESPECTO OPCIÓN Nº2	104.565,89 €
PERIODO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN (años)	4,41
VAN - VALOR ACTUALIZADO NETO	150.479,11 €
TIR - TASA INTERNA DE RETORNO	17,38%

TABLA Nº9 Parámetros económicos distintas configuraciones de suministro energía la EDAR

5 DISCUSIONES Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos de la simulación nos indican que gracias a la instalación de una microturbina de biogás en la EDAR CABEZO BEAZA se podrá satisfacer el 81,16% de la demanda de energía térmica y el 38,30% de la demanda de energía eléctrica, lo cual reducirá las emisiones de CO₂ (uno de los principales causantes del efecto invernadero) y de residuos radiactivos en 1.078,22 Tm y 0,62 Kg respectivamente, respecto a la generación con fuentes convencionales de energía.

A pesar de lo relevante de estos datos es importante destacar que del 100% de la energía disponible en el biogás generado (1.049.155,49 N.m³/año o lo que es lo mismo 6.197.759,94 Kw.h/año) solamente somos capaces de aprovechar el 54,02% (3.347.806,96 Kw.h/año) de la misma, repartida de la siguiente manera:

- Energía eléctrica útil: 23,70% (1.468.697,16 Kw.h/año)
- Energía térmica útil: 30,32% (1.879.109,80 Kw.h/año)

El 45,98% de energía restante se distribuye como sigue:

- Biogás quemado en la antorcha: 19,03% (1.179.135,06 Kw.h/año)
- Desfase demanda - generación energía térmica: 2,06% (127.760,32 Kw.h/año)
- Cargas parásitas: 1,27% (78.810,00 Kw.h/año)
- Pérdidas en turbina y factores de corrección⁽¹⁾: 23,62% (1.543.057,60 Kw.h/año)

⁽¹⁾ Factores de Corrección de la energía producida en la microturbina:

- a. Producción a cargas parciales
- b. Factor de utilización
- c. Temperatura
- d. Altitud
- e. Presión del aire de entrada
- f. Presión gases de salida

Por tanto existe un 21,09% (biogás quemado en antorcha y desfase entre demanda y generación de energía térmica) de la energía que se desaprovecharía y que podría tener otro uso, mejorando el rendimiento de la instalación así como la rentabilidad económica de la inversión.

Una opción para disminuir el biogás que se produce por exceso y que se quemaría en la antorcha sería el aumentar la capacidad de almacenamiento de los gasómetros.

Si simulamos la influencia de los gasómetros sobre el sistema se obtienen los resultados de la tabla nº 10

CAPACIDAD GASÓMETROS (m3)	AUTONOMÍA (días)	BIOGAS CONSUMIDO POR MT (%)	RENDIMIENTO MEDIO MT (%)	BIOGÁS QUEMADO EN ANTORCHA (%)
2.080,00	0,72	80,97	94,36	19,03
3.120,00	1,09	81,48	94,94	18,52
4.160,00	1,45	81,70	95,20	18,30
5.200,00	1,81	81,90	95,43	18,10
6.240,00	2,17	82,10	95,67	17,90

TABLA N°10 Influencia del incremento de los gasómetros

Como puede apreciarse a pesar de multiplicarse por 3 la capacidad de almacenamiento de los gasómetros el rendimiento medio de la microturbina apenas se incrementa en 1,31%, Esto quiere decir que no es la medida más efectiva para incrementar la eficiencia del sistema.

En cuanto al 23,62% correspondiente a las pérdidas en la microturbina y a los factores de corrección, la actual tecnología de los materiales empleada en la fabricación de las microturbinas limita el rendimiento de las mismas, debido a que temperaturas de entrada a la turbina y relaciones de compresión mayores a 1000° C y 4 respectivamente harían que el coste del equipo no fuera rentable (EPA –Climate Protection Partnership Division). Es de esperar por tanto que los rendimientos de estos equipos se incrementen con el tiempo. (ver figura n° 19)

Si comparamos el actual sistema de cogeneración empleado en la EDAR formado por 2 motogeneradores (en configuración de 1+1) de 240 Kw de potencia eléctrica cada uno con el de una microturbina de 200 Kw observamos que para una mayor potencia de la motogeneración, la microturbina es capaz de generar más energía térmica y eléctrica. Además el hecho de que las microturbinas tengan una sola parte móvil, se encuentren refrigeradas por aire, la puesta en marcha se realice sin equipos auxiliares, el mantenimiento sea sencillo y cada 8.000 horas así como que el rendimiento eléctrico sea independiente del contenido en metano del biogás hace que las microturbinas sean una opción más interesante a pesar de que la motogeneración tenga para la misma potencia un rendimiento eléctrico un par de puntos porcentuales más.

Si relacionamos todas las magnitudes obtenidas en tanto por 1 del caudal de entrada obtenemos las siguientes magnitudes:

CAUDAL ENTRADA EDAR	PRODUCCIÓN BIOGÁS	PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA	PRODUCCIÓN ENERGÍA TÉRMICA
m ³	N.m ³	Kw.h/N.m ³	Kw.h
1,0000	0,1162	0,6862	0,1741
			0,2484

Si extrapolamos estos datos a los valores globales de depuración de aguas residuales de la Región de Murcia (ver tabla n° 11) obtendremos los siguientes resultados:

Nº de E.D.A.R. activas controladas por ESAMUR	96
Volumen tratado (Hm ³ /año)	102,1
Fangos evacuados (miles tn. mat. Fresca/año)	134,9
Contaminación recibida (miles tn.DBO5/año)	43,7
Contaminación eliminada (miles tn.DBO5/año)	42,8
Habitantes equivalentes medios (miles)	1.997
Rendimiento medio obtenido (%)	97,9
Energía Consumida (Gwh)	66,1
Ratio Eléctrico (Kwh/m ³)	0,62

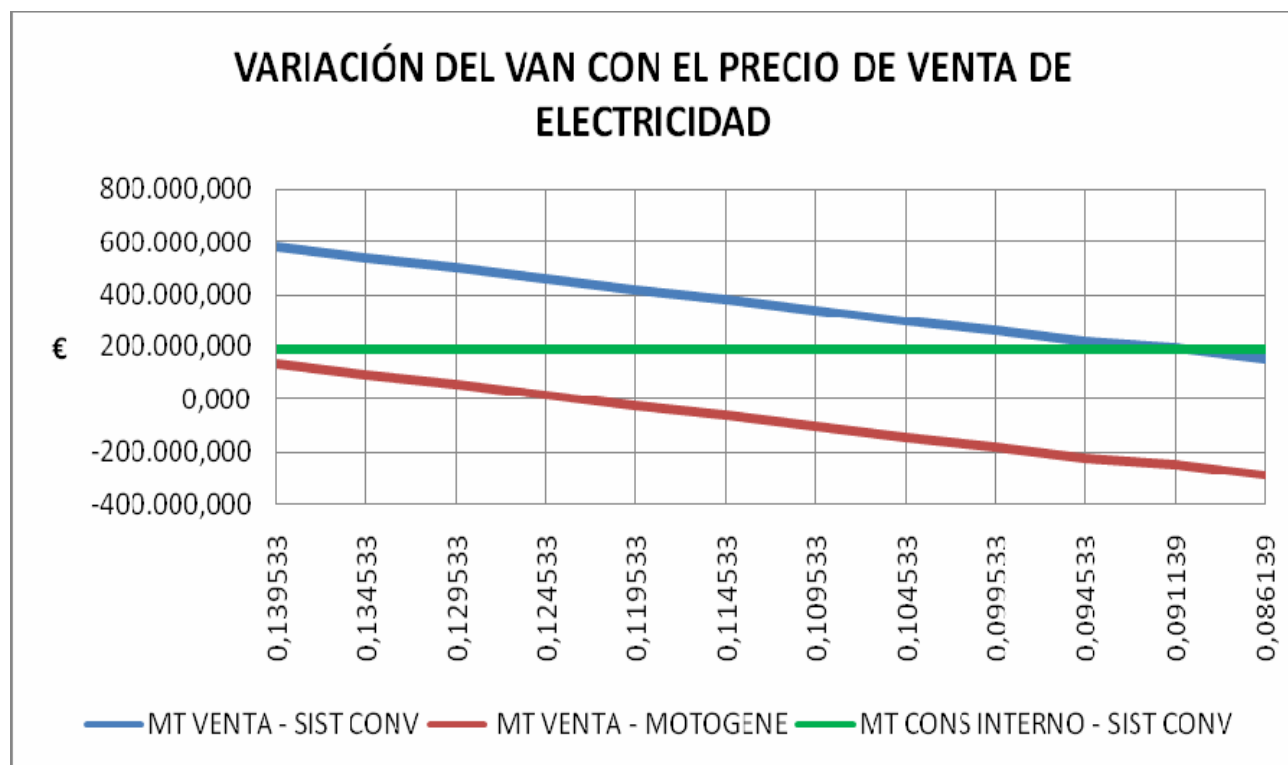
TABLA Nº11 Resultados explotación ESAMUR año 2009. FUENTE: Entidad Regional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de la Región de Murcia (ESAMUR)

CAUDAL ENTRADA EDAR	PRODUCCIÓN BIOGÁS		PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA	PRODUCCIÓN ENERGÍA TÉRMICA
m ³	N.m ³	Kw.h/N.m ³	Kw.h	Kw.h
102.100.000,00	11.859.739,90	70.059.988,19	17.773.586,73	25.360.686,78

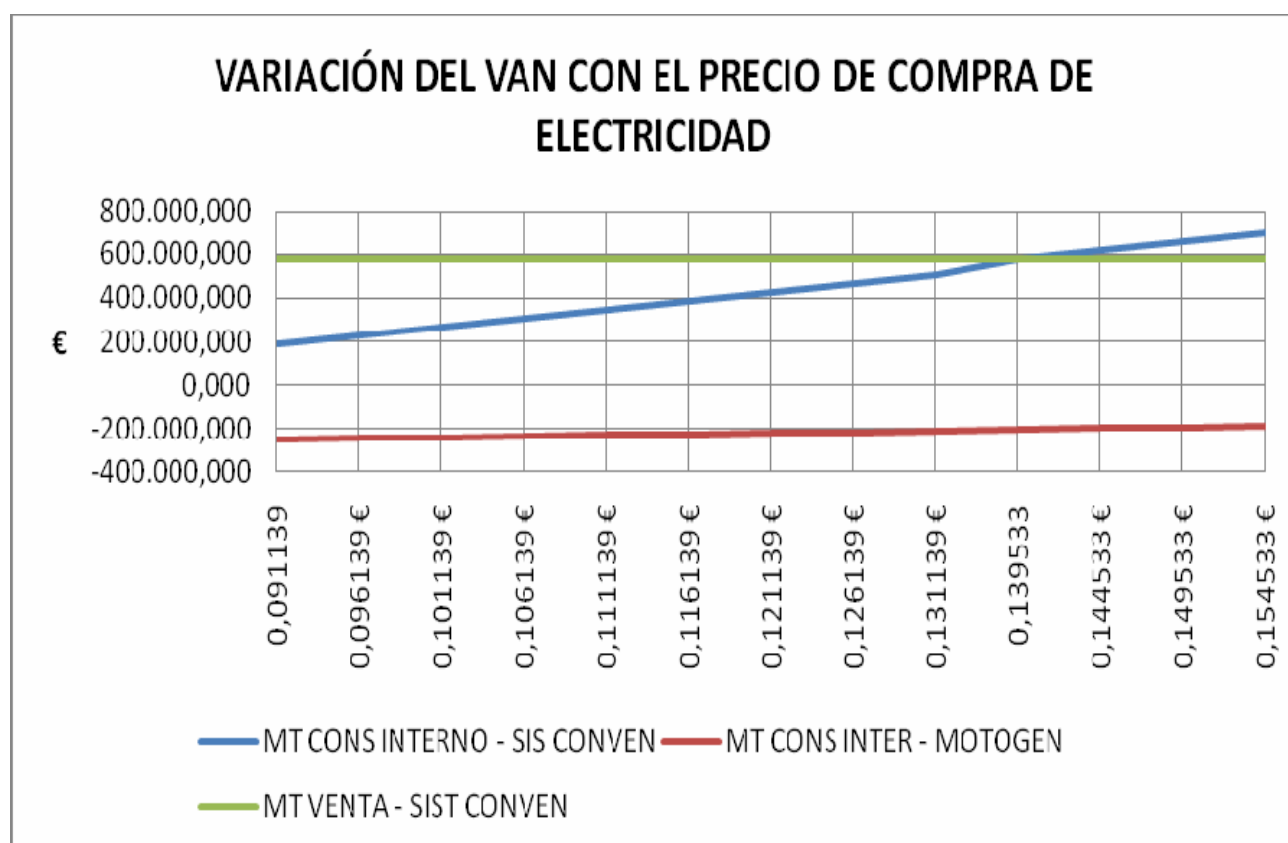
Estos datos nos indican que si todas las EDAR de la Región de Murcia dispusieran de digestión anaerobia (situación no posible) se podría cubrir el 26,88% de la demanda eléctrica de las mismas. Si además esa energía pudiera ser vendida según tarifa regulada el importe económico obtenido sería de 2.480.001,88 €/año

Desde un punto de vista económico la actual diferencia entre los precios de compra de electricidad (0,091139 €/Kw.h de media) y de venta (según Real Decreto 661/2007 por el que regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial y la actualización de tarifa correspondiente al año de 2010, la tarifa regulada es de 0,139533 €/Kw.h) hace que la opción más interesante de inversión sea la de vender toda la electricidad generada.

Dada la actual situación económica así como los previsibles recortes en las primas a las energías renovables (la eólica y la fotovoltaica ya han visto reducidas sus primas) y el encarecimiento de las energías fósiles nos generará un escenario en el que conforme el precio de compra se iguale al de la tarifa regulada será más interesante consumir la energía generada antes que venderla (ver gráficos nº 9 y nº 10)



GRÁFICA N° 9 Evolución VAN con precio venta electricidad



GRÁFICA N° 10 Evolución VAN con precio compra electricidad

Como conclusión general de la simulación podemos afirmar que la instalación de una microturbina alimentada por el biogás generado en un digestor anaerobio es viable técnicamente siempre que exista un suministro alternativo de energía eléctrica ya que el biogás generado no permite abastecer toda la demanda.

Por el contrario, la demanda de energía térmica quedaría casi cubierta. La inercia térmica del digestor permitiría mantenerlo en condiciones operativas durante pequeños intervalos de tiempo sin necesidad de un aporte alternativo de energía. Para cubrir periodos en los que la microturbina no opere o caiga bruscamente la producción de biogás es aconsejable tener instalada una caldera para cubrir la demanda.

En el aspecto económico hay que destacar el fuerte impacto de la subvención de la energía eléctrica vendida sobre el resultado de la inversión. Además el previsible aumento del coste de compra de la energía eléctrica hace más atractiva la opción de consumir toda la energía eléctrica.

La tendencia esperada de mejora de la eficiencia de las microturbinas, así como sus ventajas sobre otros tipos de tecnologías, fundamentalmente la motogeneración, hace que sea una de las mejores opciones para una cogeneración.

6 NUEVAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

- Aprovechamiento de la energía térmica sobrante en el proceso para aplicaciones de secado de fangos y trigeneración.
- Incremento del rendimiento del digestor anaerobio mediante codigestión con residuos de la industria hortofrícola de la zona.
- Estudio de sistemas híbridos de microturbinas de gas y células de combustible.
- Estudio de sistemas de inyección de biogás a la red de distribución.

7 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Red Eléctrica de España. El sistema eléctrico español 2009
- [2] BESEL, S.A. Departamento de Energía. IDAE. Biomasa: Digestores Anaerobios. 2007. ISBN-13: 978-84-96680-21-0
- [3] BESEL, S.A. Departamento de Energía. IDAE. Biomasa: Producción eléctrica y cogeneración. 2007. ISBN-13: 978-84-96680-22-7
- [4] ENERGY NEXUS GROUP. EPA. Technology Characterization: Microturbines. 2002.
- [5] Eastern Research Group, Inc. (ERG) and Energy and Environmental Analysis, Inc., an ICF International Company. EPA. Opportunities for and Benefits of Combined Heat and Power at Wastewater Treatment Facilities. 2007
- [6] National Renewable Energy Laboratory. HOMER version 2.1. Colorado: National Renewable Energy Laboratory; 2005. See also: <http://www.nrel.gov/homer>
- [7] J. Kaikko, J. Backman, L. Koskelainen, J. Larjola. Technical and economical performance comparison between recuperated and non-recuperated variable-speed microturbines in combined heat and power generation. Lappeenranta University of Technology, Lappeenranta, Finland . 2005
- [8] M.A. Lozano, J. Ros. Análisis energético y económico de sistemas simples de cogeneración. Universidad de Zaragoza. Información Tecnológica Vol. 18(5), 75-84. 2007
- [9] P.A. Katsigiannis, D.P. Papadopoulos. A general technoeconomic and environmental procedure for assessment of small-scale cogeneration scheme installations: Application to a local industry operating in Thrace, Greece, using microturbines. University of Thrace, 67100 Xanthi, Greece. 2005
- [10] Wang W, Cai R, Zhang N. General characteristics of single shaft microturbine set at variable speed operation and its optimization. Applied Thermal Engineering 2004;24(13):1851–63.
- [11] A. Canova, G. Chicco, G. Genon, P. Mancarella. Emission characterization and evaluation of natural gas-fueled cogeneration microturbines and internal combustion engines. Politecnico di Torino, Torino, Italy. 2008
- [12] L. Colombo, F. Armanasco, O. Perego. Experimentation on a cogenerative system based on a microturbine. Politecnico di Milano, Milan, Italy. 2007
- [13] P.A. Pilavachi. Mini- and micro-gas turbines for combined heat and power. Research Directorate-General, European Commission, Brussels, Belgium. 2002

- [14] J.C. Ho, K.J. Chua, S.K. Chou. Performance study of a microturbine system for cogeneration application. National University of Singapore, Singapore. 2003
- [15] Ll. Massagués, J. Rodríguez, J. C. Bruno y A. Coronas. Estudio comparativo de una instalación de trigeneración con microturbina de gas y un sistema convencional con bomba de calor en un complejo hotelero. Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. España. 2007
- [16] J. Peirs, D. Reynaerts, F. Verplaetsen. A microturbine for electric power generation. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium. 2004
- [17] M. Loeser, M. A. Redfern Modelling and simulation of a novel micro-scale combined feedstock biomass generation plant for grid-independent power supply. University of Bath, Bath, U.K.. 2009
- [18] F. Collin. Recuperator considerations for future higher efficiency microturbines. McDonald Thermal Engineering, Road, La Jolla, CA 92037, USA. 2003
- [19] Hinojosa LR, Day AR, Maidment GG, Dunham C, Kirk P. A comparison of combined heat and power feasibility models. Applied Thermal Engineering, accepted for publication (available online 3.10.2005).
- [20] Kaikko J. Performance prediction of gas turbines by solving a system of non-linear equations. Research Paper No. 68. Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology; 1998.

8 ANEJOS

8.1 Partes de caudales

enero-09		Volumen de fango espesado a digestor			
		DIGESTION A		DIGESTION B	
		Lectura	Caudal	Lectura	Caudal
Anterior		265.909		257.000	
	1	266.232	323	257.371	371
	2	266.430	198	257.713	342
	3	266.583	153	257.900	187
	4	266.730	147	258.078	178
	5	266.887	157	258.278	200
	6	267.167	280	258.480	202
	7	267.351	184	258.706	226
	8	267.575	224	258.955	249
	9	267.868	293	259.291	336
	10	268.128	260	259.576	285
	11	268.276	148	259.853	277
	12	268.415	139	260.180	327
	13	268.593	178	260.405	225
	14	268.779	186	260.584	179
	15	269.000	221	260.768	184
	16	269.257	257	260.963	195
	17	269.516	259	261.154	191
	18	269.738	222	261.342	188
	19	269.960	222	261.544	202
	20	270.162	202	261.740	196
	21	270.426	264	261.975	235
	22	270.642	216	262.174	199
	23	270.880	238	262.501	327
	24	271.161	281	262.825	324
	25	271.416	255	263.067	242
	26	271.631	215	263.326	259
	27	271.858	227	263.562	236
	28	272.010	152	263.723	161
	29	272.207	197	263.977	254
	30	272.432	225	264.192	215
	31	272.636	204	264.388	196

Total	14.115,00
	m3/mes
Promedio	455,32
	m3/día

febrero-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	272.636		264.388		
1	272.777	141	264.583	195	336
2	272.895	118	264.769	186	304
3	273.012	117	264.974	205	322
4	273.145	133	265.257	283	416
5	273.331	186	265.493	236	422
6	273.424	93	265.653	160	253
7	273.562	138	265.851	198	336
8	273.697	135	266.039	188	323
9	273.837	140	266.232	193	333
10	273.982	145	266.419	187	332
11	274.122	140	266.613	194	334
12	274.256	134	266.806	193	327
13	274.415	159	266.982	176	335
14	274.590	175	267.149	167	342
15	274.754	164	267.309	160	324
16	274.918	164	267.444	135	299
17	275.082	164	267.581	137	301
18	275.222	140	267.689	108	248
19	275.382	160	267.845	156	316
20	275.548	166	268.009	164	330
21	275.711	163	268.180	171	334
22	275.863	152	268.341	161	313
23	276.015	152	268.501	160	312
24	276.166	151	268.667	166	317
25	276.315	149	268.832	165	314
26	276.347	32	268.979	147	179
27	276.438	91	269.067	88	179
28	276.535	97	269.158	91	188

8.669,00

m3/mes

Promedio

309,61

m3/día

marzo-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	276.535		269.158		
1	276.632	97	269.250	92	189
2	276.730	98	269.343	93	191
3	276.919	189	269.507	164	353
4	277.103	184	269.663	156	340
5	277.287	184	269.826	163	347
6	277.456	169	269.977	151	320
7	277.633	177	270.137	160	337
8	277.751	118	270.240	103	221
9	277.860	109	270.347	107	216
10	277.992	132	270.476	129	261
11	278.248	256	270.634	158	414
12	278.308	60	270.799	165	225
13	278.481	173	270.974	175	348
14	278.662	181	271.167	193	374
15	278.810	148	271.311	144	292
16	278.991	181	271.485	174	355
17	279.176	185	271.645	160	345
18	279.425	249	271.857	212	461
19	279.630	205	272.032	175	380
20	279.834	204	272.218	186	390
21	280.036	202	272.412	194	396
22	280.249	213	272.613	201	414
23	280.457	208	272.815	202	410
24	280.651	194	272.997	182	376
25	280.841	190	273.169	172	362
26	281.048	207	273.354	185	392
27	281.244	196	273.532	178	374
28	281.437	193	273.713	181	374
29	281.636	199	273.892	179	378
30	281.829	193	274.067	175	368
31	282.020	191	274.239	172	363

10.566,00

m3/mes

Promedio

340,84

m3/día

abril-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	282.020		274.239		
1	282.221	201	274.417	178	379
2	282.396	175	274.609	192	367
3	282.575	179	274.845	236	415
4	282.755	180	275.085	240	420
5	282.916	161	275.296	211	372
6	283.096	180	275.486	190	370
7	283.284	188	275.669	183	371
8	283.446	162	275.840	171	333
9	283.659	213	276.036	196	409
10	283.862	203	276.268	232	435
11	284.035	173	276.470	202	375
12	284.229	194	276.703	233	427
13	284.389	160	276.887	184	344
14	284.612	223	277.162	275	498
15	284.831	219	277.434	272	491
16	285.040	209	277.699	265	474
17	285.237	197	277.950	251	448
18	285.409	172	278.178	228	400
19	285.579	170	278.397	219	389
20	285.757	178	278.650	253	431
21	285.918	161	278.831	181	342
22	286.080	162	278.993	162	324
23	286.252	172	279.166	173	345
24	286.418	166	279.336	170	336
25	286.589	171	279.513	177	348
26	286.769	180	279.706	193	373
27	286.942	173	279.894	188	361
28	287.117	175	280.087	193	368
29	287.306	189	280.289	202	391
30	287.486	180	280.483	194	374

11.710,00

m3/mes

Promedio

390,33

m3/día

mayo-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	287.486		280.483		
1	287.667	181	280.690	207	388
2	287.842	175	280.891	201	376
3	288.021	179	281.088	197	376
4	288.225	204	281.292	204	408
5	288.415	190	281.488	196	386
6	288.600	185	281.685	197	382
7	288.832	232	281.896	211	443
8	289.086	254	282.141	245	499
9	289.325	239	282.402	261	500
10	289.559	234	282.674	272	506
11	289.814	255	282.909	235	490
12	290.009	195	283.096	187	382
13	290.158	149	283.257	161	310
14	290.309	151	283.435	178	329
15	290.476	167	283.633	198	365
16	290.639	163	283.823	190	353
17	290.799	160	284.009	186	346
18	290.960	161	284.206	197	358
19	291.099	139	284.371	165	304
20	291.313	214	284.607	236	450
21	291.530	217	284.846	239	456
22	291.697	167	285.041	195	362
23	292.033	336	285.422	381	717
24	292.144	111	285.532	110	221
25	292.254	110	285.642	110	220
26	292.460	206	285.868	226	432
27	292.651	191	286.092	224	415
28	292.829	178	286.312	220	398
29	293.019	190	286.551	239	429
30	293.194	175	286.766	215	390
31	293.372	178	286.985	219	397

12.388,00

m3/mes

Promedio

399,61

m3/día

junio-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	293.372		286.985		
1	293.598	226	287.199	214	440
2	293.721	123	287.409	210	333
3	293.899	178	287.621	212	390
4	294.072	173	287.830	209	382
5	294.243	171	288.040	210	381
6	294.374	131	288.201	161	292
7	294.539	165	288.392	191	356
8	294.615	76	288.495	103	179
9	294.725	110	288.632	137	247
10	294.830	105	288.766	134	239
11	294.917	87	288.879	113	200
12	295.054	137	289.067	188	325
13	295.218	164	289.259	192	356
14	295.367	149	289.448	189	338
15	295.501	134	289.631	183	317
16	295.643	142	289.824	193	335
17	295.788	145	290.019	195	340
18	295.938	150	290.197	178	328
19	296.053	115	290.378	181	296
20	296.175	122	290.547	169	291
21	296.317	142	290.744	197	339
22	296.449	132	290.928	184	316
23	296.576	127	291.104	176	303
24	296.691	115	291.262	158	273
25	296.832	141	291.464	202	343
26	296.963	131	291.649	185	316
27	297.100	137	291.843	194	331
28	297.226	126	292.029	186	312
29	297.358	132	292.225	196	328
30	297.484	126	292.415	190	316

9.542,00

m3/mes

Promedio

318,07

m3/día

julio-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	297.484		292.415		
1	297.590	106	292.587	172	278
2	297.722	132	292.787	200	332
3	297.853	131	292.990	203	334
4	297.964	111	293.166	176	287
5	298.105	141	293.374	208	349
6	298.215	110	293.549	175	285
7	298.329	114	293.735	186	300
8	298.438	109	293.903	168	277
9	298.571	133	294.057	154	287
10	298.656	85	294.156	99	184
11	298.766	110	294.256	100	210
12	298.867	101	294.365	109	210
13	298.958	91	294.458	93	184
14	299.046	88	294.554	96	184
15	299.131	85	294.651	97	182
16	299.243	112	294.786	135	247
17	299.379	136	294.962	176	312
18	299.537	158	295.125	163	321
19	299.731	194	295.269	144	338
20	299.886	155	295.379	110	265
21	300.015	129	295.524	145	274
22	300.158	143	295.690	166	309
23	300.302	144	295.857	167	311
24	300.433	131	296.004	147	278
25	300.564	131	296.165	161	292
26	300.694	130	296.309	144	274
27	300.807	113	296.432	123	236
28	300.936	129	296.578	146	275
29	301.041	105	296.693	115	220
30	301.128	87	296.781	88	175
31	301.208	80	296.855	74	154

8.164,00

m3/mes

Promedio

263,35

m3/día

agosto-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	301.208		296.855		
1	301.283	75	296.930	75	150
2	301.367	84	297.014	84	168
3	301.452	85	297.107	93	178
4	301.557	105	297.220	113	218
5	301.668	111	297.347	127	238
6	301.777	109	297.472	125	234
7	301.885	108	297.581	109	217
8	301.989	104	297.700	119	223
9	302.080	91	297.798	98	189
10	302.179	99	297.900	102	201
11	302.290	111	298.037	137	248
12	302.414	124	298.208	171	295
13	302.536	122	298.367	159	281
14	302.657	121	298.535	168	289
15	302.775	118	298.700	165	283
16	302.888	113	298.855	155	268
17	302.991	103	298.999	144	247
18	303.075	84	299.130	131	215
19	303.151	76	299.241	111	187
20	303.218	67	299.331	90	157
21	303.296	78	299.422	91	169
22	303.333	37	299.465	43	80
23	303.393	60	299.528	63	123
24	303.455	62	299.593	65	127
25	303.503	48	299.712	119	167
26	303.646	143	299.848	136	279
27	303.761	115	299.985	137	252
28	303.837	76	300.074	89	165
29	303.970	133	300.241	167	300
30	304.079	109	300.363	122	231
31	304.230	151	300.509	146	297

6.676,00

m3/mes

Promedio

215,35

m3/día

septiembre-09

Volumen
de fango
espesado
a digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
ANTERIOR	304.230		300.509		0
1	304.327	97	300.701	192	289
2	304.430	103	300.832	131	234
3	304.510	80	300.985	153	233
4	304.592	82	301.125	140	222
5	304.680	88	301.270	145	233
6	304.769	89	301.416	146	235
7	304.862	93	301.563	147	240
8	304.909	47	301.631	68	115
9	304.982	73	301.724	93	166
10	305.047	65	301.834	110	175
11	305.150	103	301.940	106	209
12	305.234	84	302.061	121	205
13	305.308	74	302.181	120	194
14	305.387	79	302.341	160	239
15	305.477	90	302.508	167	257
16	305.598	121	302.642	134	255
17	305.740	142	302.764	122	264
18	305.856	116	302.886	122	238
19	305.974	118	303.028	142	260
20	306.064	90	303.136	108	198
21	306.181	117	303.277	141	258
22	306.296	115	303.413	136	251
23	306.388	92	303.530	117	209
24	306.451	63	303.610	80	143
25	306.549	98	303.696	86	184
26	306.781	232	303.881	185	417
27	306.896	115	304.011	130	245
28	306.993	97	304.127	116	213
29	307.062	69	304.226	99	168
30	307.155	93	304.347	121	214

6.763,00

m3/mes

Promedio

218,16

m3/día

octubre-09

Volumen
de fango
espesado
a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	307.155		304.347		
1	307.282	127	304.518	171	298
2	307.398	116	304.675	157	273
3	307.491	93	304.805	130	223
4	307.573	82	304.911	106	188
5	307.679	106	305.047	136	242
6	307.788	109	305.196	149	258
7	307.919	131	305.373	177	308
8	308.099	180	305.563	190	370
9	308.286	187	305.752	189	376
10	308.469	183	305.924	172	355
11	308.469	0	306.090	166	166
12	308.576	107	306.230	140	247
13	308.696	120	306.378	148	268
14	308.843	147	306.562	184	331
15	308.980	137	306.731	169	306
16	309.121	141	306.903	172	313
17	309.266	145	307.083	180	325
18	309.410	144	307.261	178	322
19	309.551	141	307.436	175	316
20	309.661	110	307.562	126	236
21	309.734	73	307.647	85	158
22	309.783	49	307.764	117	166
23	309.861	78	307.863	99	177
24	309.971	110	308.010	147	257
25	310.096	125	308.175	165	290
26	310.224	128	308.328	153	281
27	310.343	119	308.467	139	258
28	310.448	105	308.578	111	216
29	310.567	119	308.697	119	238
30	310.695	128	308.832	135	263
31	310.815	120	308.964	132	252

8.277,00

m3/mes

Promedio

267,00

m3/día

noviembre-09

Volumen
de fango
espesado
a digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	310.815		308.964		252
1	310.932	117	309.102	138	255
2	311.051	119	309.242	140	259
3	311.162	111	309.377	135	246
4	311.263	101	309.500	123	224
5	311.363	100	309.598	98	198
6	311.461	98	309.715	117	215
7	311.560	99	309.845	130	229
8	311.663	103	309.975	130	233
9	311.768	105	310.097	122	227
10	311.876	108	310.212	115	223
11	311.986	110	310.360	148	258
12	312.106	120	310.506	146	266
13	312.223	117	310.650	144	261
14	312.350	127	310.797	147	274
15	312.484	134	310.949	152	286
16	312.616	132	311.100	151	283
17	312.727	111	311.227	127	238
18	312.821	94	311.338	111	205
19	312.965	144	311.508	170	314
20	313.094	129	311.660	152	281
21	313.229	135	311.821	161	296
22	313.362	133	311.974	153	286
23	313.486	124	312.112	138	262
24	313.618	132	312.256	144	276
25	313.732	114	312.380	124	238
26	313.862	130	312.532	152	282
27	314.001	139	312.705	173	312
28	314.144	143	312.937	232	375
29	314.287	143	313.109	172	315
30	314.427	140	313.275	166	306

7.923,00

m3/mes

Promedio

263,71

m3/día

diciembre-09

Volumen de
fango
espesado a
digestor

	DIGESTION A		DIGESTION B		m3/d
	Lectura	Caudal	Lectura	Caudal	
Anterior	314.427		313.275		
1	314.563	136	313.409	134	270
2	314.699	136	313.554	145	281
3	314.836	137	313.701	147	284
4	314.984	148	313.864	163	311
5	315.132	148	314.046	182	330
6	315.272	140	314.188	142	282
7	315.411	139	314.321	133	272
8	315.553	142	314.451	130	272
9	315.693	140	314.596	145	285
10	315.819	126	314.719	123	249
11	315.949	130	314.850	131	261
12	316.088	139	314.990	140	279
13	316.223	135	315.123	133	268
14	316.281	58	315.184	61	119
15	316.362	81	315.284	100	181
16	316.481	119	315.474	190	309
17	316.614	133	315.599	125	258
18	316.758	144	315.754	155	299
19	316.869	111	315.865	111	222
20	317.046	177	316.027	162	339
21	317.204	158	316.178	151	309
22	317.356	152	316.319	141	293
23	317.511	155	316.471	152	307
24	317.639	128	316.631	160	288
25	317.812	173	316.820	189	362
26	317.974	162	316.982	162	324
27	318.121	147	317.128	146	293
28	318.240	119	317.247	119	238
29	318.404	164	317.429	182	346
30	318.567	163	317.657	228	391
31	318.734	167	317.895	238	405

8.927,00

m3/mes

Promedio

287,97

m3/día

8.2 Partes de energía eléctrica

Mes: Enero 2009				Mes: Febrero 2009				Mes: Marzo 2009			
E.D.A.R. Cabezo Beaza Año:				E.D.A.R. Cabezo Beaza Año:				E.D.A.R. Cabezo Beaza Año:			
Fecha	CONSUMO DE ENRGIA RED	MOTOGE.	TOTAL	Fecha	CONSUMO DE ENRGIA RED	MOTOGE.	TOTAL	Fecha	CONSUMO DE ENRGIA RED	MOTOGE.	TOTAL
Cierre				Cierre				Cierre			
1	5.844,00	4.710,00	10.554,00	1	4.477,00	5.510,00	9.987,00	1	5.761,00	4.560,00	10.321,00
2	6.669,00	4.220,00	10.889,00	2	4.873,00	4.260,00	9.133,00	2	10.107,00	1.240,00	11.347,00
3	6.929,00	3.350,00	10.279,00	3	6.570,00	3.580,00	10.150,00	3	7.386,00	-830,00	6.556,00
4	6.229,00	4.510,00	10.739,00	4	5.199,00	5.560,00	10.759,00	4	4.688,00	8.810,00	13.498,00
5	5.191,00	4.560,00	9.751,00	5	5.378,00	6.370,00	11.748,00	5	5.549,00	5.660,00	11.209,00
6	5.118,00	4.230,00	9.348,00	6	4.688,00	4.770,00	9.458,00	6	5.189,00	5.230,00	10.419,00
7	5.127,00	4.650,00	9.777,00	7	4.476,00	5.550,00	10.026,00	7	5.091,00	5.620,00	10.711,00
8	6.457,00	3.920,00	10.377,00	8	4.178,00	5.500,00	9.678,00	8	5.933,00	5.540,00	11.473,00
9	6.738,00	5.100,00	11.838,00	9	4.461,00	5.730,00	10.191,00	9	5.704,00	5.700,00	11.404,00
10	9.685,00	1.008,00	10.693,00	10	4.538,00	5.550,00	10.088,00	10	7.269,00	3.980,00	11.249,00
11	8.917,00	0,00	8.917,00	11	10.459,00	5.710,00	16.169,00	11	12.095,00	30,00	12.125,00
12	8.756,00	0,00	8.756,00	12	4.538,00	5.460,00	9.998,00	12	8.323,00	2.420,00	10.743,00
13	9.889,00	0,00	9.889,00	13	1.645,00	4.740,00	6.385,00	13	8.220,00	4.050,00	12.270,00
14	9.338,00	0,00	9.338,00	14	5.924,00	5.790,00	11.714,00	14	12.615,00	802,00	13.417,00
15	9.319,00	0,00	9.319,00	15	7.834,00	2.760,00	10.594,00	15	9.272,00	4.298,00	13.570,00
16	6.850,00	1.362,00	8.212,00	16	6.589,00	2.760,00	9.349,00	16	7.848,00	5.330,00	13.178,00
17	7.835,00	2.110,00	9.945,00	17	4.396,00	5.540,00	9.936,00	17	9.359,00	3.850,00	13.209,00
18	7.023,00	3.650,00	10.673,00	18	5.204,00	4.460,00	9.664,00	18	9.472,00	4.040,00	13.512,00
19	5.563,00	5.800,00	11.363,00	19	6.220,00	4.920,00	11.140,00	19	8.143,00	3.710,00	11.853,00
20	4.605,00	5.350,00	9.955,00	20	6.876,00	3.710,00	10.586,00	20	6.992,00	5.720,00	12.712,00
21	5.475,00	6.010,00	11.485,00	21	5.381,00	5.550,00	10.931,00	21	7.286,00	5.400,00	12.686,00
22	3.963,00	5.390,00	9.353,00	22	11.143,00	360,00	11.503,00	22	7.380,00	5.590,00	12.970,00
23	4.459,00	5.430,00	9.889,00	23	10.346,00	190,00	10.536,00	23	6.870,00	4.770,00	11.640,00
24	7.958,00	5.680,00	13.638,00	24	10.996,00	0,00	10.996,00	24	6.729,00	4.830,00	11.559,00
25	1.237,00	5.480,00	6.717,00	25	10.685,00	0,00	10.685,00	25	7.259,00	5.690,00	12.949,00
26	3.699,00	5.450,00	9.149,00	26	7.627,00	1.780,00	9.407,00	26	10.857,00	1.830,00	12.687,00
27	3.979,00	5.580,00	9.559,00	27	5.302,00	5.120,00	10.422,00	27	10.911,00	1.720,00	12.631,00
28	3.906,00	5.780,00	9.686,00	28	7.426,00	3.700,00	11.126,00	28	8.183,00	5.540,00	13.723,00
29	4.575,00	4.940,00	9.515,00	29				29	5.704,00	660,00	6.364,00
30	4.310,00	5.350,00	9.660,00	30				30	14.800,00	1.020,00	15.820,00
31	5.496,00	5.630,00	11.126,00	31				31	8.326,00	2.460,00	10.786,00
Cierre	146,00	0,00	146,00	Cierre				Cierre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	191.285,00	119.250,00	310.535,00	TOTAL	177.429,00	114.930,00	292.359,00	TOTAL	249.321,00	119.270,00	368.591,00
Promedio	5.977,66	3.726,56	9.704,22	Promedio	6.336,75	4.104,64	10.441,39	Promedio	7.791,28	3.727,19	11.518,47
Maximo	9.889,00	6.010,00	13.638,00	Maximo	11.143,00	6.370,00	16.169,00	Maximo	14.800,00	8.810,00	15.820,00
Minimo	146,00	0,00	146,00	Minimo	1.645,00	0,00	6.385,00	Minimo	0,00	-830,00	0,00

Mes: Abril 2009				Mes: MAYO 2009				Mes: JUNIO 2009			
E.D.A.R. Cabezo Beaza				E.D.A.R. Cabezo Beaza				E.D.A.R. Cabezo Beaza			
Fecha	CONSUMO DE ENRGIA			Fecha	CONSUMO DE ENRGIA			Fecha	CONSUMO DE ENERGIA		
	RED	MOTOGE.	TOTAL		RED	MOTOGE.	TOTAL		RED	MOTOGE.	TOTAL
Cierre				Cierre				Cierre			
1	9.365,00	2.940,00	12.305,00	1	6.081,00	5.740,00	11.821,00	1	6.714,00	5.570,00	12.284,00
2	9.236,00	2.330,00	11.566,00	2	5.534,00	5.620,00	11.154,00	2	8.755,00	5.440,00	14.195,00
3	7.448,00	5.640,00	13.088,00	3	5.310,00	5.560,00	10.870,00	3	6.515,00	5.610,00	12.125,00
4	7.222,00	5.710,00	12.932,00	4	4.807,00	5.400,00	10.207,00	4	6.906,00	5.710,00	12.616,00
5	5.595,00	5.450,00	11.045,00	5	5.822,00	5.640,00	11.462,00	5	6.776,00	5.650,00	12.426,00
6	4.923,00	7.120,00	12.043,00	6	5.436,00	5.530,00	10.966,00	6	6.318,00	5.640,00	11.958,00
7	3.191,00	9.420,00	12.611,00	7	5.556,00	5.590,00	11.146,00	7	5.186,00	5.480,00	10.666,00
8	7.093,00	1.660,00	8.753,00	8	5.353,00	5.680,00	11.033,00	8	5.274,00	4.790,00	10.064,00
9	11.083,00	1.860,00	12.943,00	9	5.793,00	5.510,00	11.303,00	9	4.479,00	5.550,00	10.029,00
10	8.951,00	2.670,00	11.621,00	10	5.470,00	5.670,00	11.140,00	10	4.916,00	5.640,00	10.556,00
11	9.530,00	0,00	9.530,00	11	5.616,00	5.600,00	11.216,00	11	6.222,00	4.540,00	10.762,00
12	10.331,00	0,00	10.331,00	12	5.807,00	5.720,00	11.527,00	12	5.837,00	5.850,00	11.687,00
13	8.870,00	1.002,00	9.872,00	13	5.866,00	5.450,00	11.316,00	13	6.583,00	5.560,00	12.143,00
14	8.848,00	3.418,00	12.266,00	14	6.163,00	5.600,00	11.763,00	14	6.029,00	5.580,00	11.609,00
15	7.071,00	4.210,00	11.281,00	15	6.103,00	5.600,00	11.703,00	15	6.283,00	6.200,00	12.483,00
16	5.219,00	5.620,00	10.839,00	16	6.047,00	5.550,00	11.597,00	16	6.105,00	6.530,00	12.635,00
17	5.490,00	5.550,00	11.040,00	17	7.708,00	3.830,00	11.538,00	17	1.127,00	10.720,00	11.847,00
18	5.856,00	5.150,00	11.006,00	18	7.181,00	3.940,00	11.121,00	18	6.439,00	5.576,00	12.015,00
19	6.987,00	4.060,00	11.047,00	19	2.873,00	9.060,00	11.933,00	19	4.235,00	8.224,00	12.459,00
20	4.372,00	5.460,00	9.832,00	20	1.877,00	9.441,00	11.318,00	20	2.773,00	9.310,00	12.083,00
21	4.625,00	5.450,00	10.075,00	21	14.205,00	1.839,00	16.044,00	21	6.260,00	5.670,00	11.930,00
22	6.638,00	3.920,00	10.558,00	22	4.899,00	2.610,00	7.509,00	22	3.213,00	8.140,00	11.353,00
23	7.022,00	3.710,00	10.732,00	23	5.601,00	5.860,00	11.461,00	23	3.508,00	8.070,00	11.578,00
24	5.842,00	5.510,00	11.352,00	24	4.493,00	7.260,00	11.753,00	24	5.717,00	7.480,00	13.197,00
25	6.955,00	5.800,00	12.755,00	25	0,00	11.330,00	11.330,00	25	3.942,00	7.620,00	11.562,00
26	6.134,00	5.460,00	11.594,00	26	1.103,00	8.760,00	9.863,00	26	6.237,00	4.910,00	11.147,00
27	6.021,00	5.420,00	11.441,00	27	2.960,00	7.640,00	10.600,00	27	2.410,00	8.670,00	11.080,00
28	6.531,00	5.590,00	12.121,00	28	4.281,00	3.150,00	7.431,00	28	4.990,00	8.830,00	13.820,00
29	6.810,00	5.540,00	12.350,00	29	8.398,00	3.260,00	11.658,00	29	5.205,00	6.140,00	11.345,00
30	6.234,00	5.500,00	11.734,00	30	8.054,00	5.600,00	13.654,00	30	5.408,00	6.440,00	11.848,00
31	0,00	0,00	0,00	31	13.045,00	5.470,00	18.515,00	31			
Cierre	0,00	0,00	0,00	Cierre	0,00	0,00	0,00	Cierre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	209.493,00	131.170,00	340.663,00	TOTAL	177.442,00	178.510,00	355.952,00	TOTAL	160.362,00	195.140,00	355.502,00
Promedio	6.546,66	4.099,06	10.645,72	Promedio	5.545,06	5.578,44	11.123,50	Promedio	5.172,97	6.294,84	11.467,81
Maximo	11.083,00	9.420,00	13.088,00	Maximo	14.205,00	11.330,00	18.515,00	Maximo	8.755,00	10.720,00	14.195,00
Minimo	0,00	0,00	0,00	Minimo	0,00	0,00	0,00	Minimo	0,00	0,00	0,00

Mes: JULIO Año: 2009				Mes: AGOSTO Año: 2009				Mes: SEPTIEMBRE Año: 2008			
E.D.A.R. Cabezo Beaza	CONSUMO DE ENERGIA	MOTOGE.	TOTAL	E.D.A.R. Cabezo Beaza	CONSUMO DE ENERGIA	MOTOGE.	TOTAL	E.D.A.R. Cabezo Beaza	CONSUMO DE ENERGIA	MOTOGE.	TOTAL
Fecha	RED			Fecha	RED			Fecha	RED		
Cierre				Cierre				Cierre			
1	4.421,00	7.390,00	11.811,00	1	4.059,00	4.610,00	8.669,00	1	6.973,00	4.470,00	11.443,00
2	7.018,00	5.490,00	12.508,00	2	3.048,00	6.030,00	9.078,00	2	8.199,00	3.090,00	11.289,00
3	6.310,00	6.070,00	12.380,00	3	4.976,00	5.310,00	10.286,00	3	6.449,00	4.130,00	10.579,00
4	4.734,00	7.820,00	12.554,00	4	7.273,00	5.320,00	12.593,00	4	7.922,00	2.550,00	10.472,00
5	5.917,00	6.020,00	11.937,00	5	7.097,00	5.220,00	12.317,00	5	7.041,00	4.630,00	11.671,00
6	8.102,00	2.630,00	10.732,00	6	6.982,00	5.150,00	12.132,00	6	5.318,00	4.570,00	9.888,00
7	7.668,00	4.460,00	12.128,00	7	7.423,00	4.330,00	11.753,00	7	4.575,00	4.940,00	9.515,00
8	6.100,00	6.170,00	12.270,00	8	8.016,00	4.780,00	12.796,00	8	2.523,00	4.510,00	7.033,00
9	6.685,00	5.710,00	12.395,00	9	7.897,00	3.510,00	11.407,00	9	9.532,00	0,00	9.532,00
10	8.626,00	2.190,00	10.816,00	10	9.048,00	1.830,00	10.878,00	10	8.291,00	2.090,00	10.381,00
11	7.900,00	3.870,00	11.770,00	11	6.929,00	4.590,00	11.519,00	11	8.472,00	2.200,00	10.672,00
12	9.884,00	2.410,00	12.294,00	12	5.723,00	5.120,00	10.843,00	12	8.607,00	1.770,00	10.377,00
13	7.516,00	3.460,00	10.976,00	13	5.315,00	5.210,00	10.525,00	13	7.309,00	3.430,00	10.739,00
14	9.809,00	1.970,00	11.779,00	14	8.119,00	2.460,00	10.579,00	14	5.320,00	5.440,00	10.760,00
15	11.877,00	1.340,00	13.217,00	15	5.921,00	5.710,00	11.631,00	15	7.406,00	6.060,00	13.466,00
16	13.395,00	660,00	14.055,00	16	4.758,00	4.620,00	9.378,00	16	5.143,00	3.190,00	8.333,00
17	13.431,00	2.960,00	16.391,00	17	4.535,00	6.300,00	10.835,00	17	7.603,00	3.300,00	10.903,00
18	9.676,00	5.360,00	15.036,00	18	5.458,00	4.890,00	10.348,00	18	7.588,00	2.730,00	10.318,00
19	8.186,00	5.620,00	13.806,00	19	4.926,00	5.660,00	10.586,00	19	5.634,00	5.880,00	11.514,00
20	9.368,00	5.250,00	14.618,00	20	5.150,00	5.290,00	10.440,00	20	4.931,00	5.340,00	10.271,00
21	11.186,00	5.730,00	16.916,00	21	5.672,00	5.490,00	11.162,00	21	6.860,00	4.380,00	11.240,00
22	9.089,00	5.440,00	14.529,00	22	8.187,00	810,00	8.997,00	22	9.921,00	3.350,00	13.271,00
23	7.095,00	5.620,00	12.715,00	23	3.544,00	5.660,00	9.204,00	23	8.258,00	2.340,00	10.598,00
24	5.796,00	5.650,00	11.446,00	24	4.340,00	5.320,00	9.660,00	24	4.511,00	5.440,00	9.951,00
25	5.947,00	5.600,00	11.547,00	25	7.676,00	3.110,00	10.786,00	25	10.093,00	1.520,00	11.613,00
26	5.914,00	5.580,00	11.494,00	26	7.701,00	2.440,00	10.141,00	26	6.792,00	5.530,00	12.322,00
27	6.163,00	5.400,00	11.563,00	27	6.170,00	5.240,00	11.410,00	27	8.830,00	1.830,00	10.660,00
28	7.216,00	3.790,00	11.006,00	28	5.997,00	4.450,00	10.447,00	28	6.263,00	0,00	6.263,00
29	4.546,00	5.720,00	10.266,00	29	5.730,00	5.490,00	11.220,00	29	4.527,00	3.220,00	7.747,00
30	5.529,00	5.380,00	10.909,00	30	5.461,00	5.160,00	10.621,00	30	4.277,00	4.370,00	8.647,00
31	5.639,00	4.100,00	9.739,00	31	5.452,00	5.200,00	10.652,00	31			
Cierre	0,00	0,00		Cierre	0,00	0,00	0,00	Cierre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	240.743,00	144.860,00	385.603,00	TOTAL	188.583,00	144.310,00	332.893,00	TOTAL	205.168,00	106.300,00	311.468,00
Promedio	7.523,22	4.526,88	12.438,81	Promedio	5.893,22	4.509,69	10.402,91	Promedio	6.618,32	3.429,03	10.047,35
Maximo	13.431,00	7.820,00	16.916,00	Maximo	9.048,00	6.300,00	12.796,00	Maximo	10.093,00	6.060,00	13.466,00
Minimo	0,00	0,00	9.739,00	Minimo	0,00	0,00	0,00	Minimo	0,00	0,00	0,00

Mes: OCTUBRE Año: 2009				Mes: noviembre Año: 2009				Mes: diciembre Año: 2009			
E.D.A.R. Cabezo Beaza	CONSUMO DE ENERGIA			E.D.A.R. Cabezo Beaza	CONSUMO DE ENERGIA			E.D.A.R. Cabezo Beaza	CONSUMO DE ENERGIA		
Fecha	RED	MOTOGE.	TOTAL	Fecha	RED	MOTOGE.	TOTAL	Fecha	RED	MOTOGE.	TOTAL
Cierre				Cierre				Cierre			
1	7.606,00	3.540,00	11.146,00	1	5.784,00	5.640,00	11.424,00	1	7.353,00	3.240,00	10.593,00
2	6.538,00	5.220,00	11.758,00	2	5.656,00	5.580,00	11.236,00	2	6.855,00	4.370,00	11.225,00
3	9.771,00	0,00	9.771,00	3	4.523,00	5.630,00	10.153,00	3	5.041,00	5.470,00	10.511,00
4	8.708,00	1.820,00	10.528,00	4	4.066,00	5.530,00	9.596,00	4	6.129,00	5.350,00	11.479,00
5	4.916,00	5.580,00	10.496,00	5	5.375,00	5.070,00	10.445,00	5	7.371,00	5.610,00	12.981,00
6	10.428,00	460,00	10.888,00	6	9.509,00	0,00	9.509,00	6	5.284,00	5.450,00	10.734,00
7	9.854,00	1.540,00	11.394,00	7	10.394,00	0,00	10.394,00	7	4.675,00	5.080,00	9.755,00
8	11.523,00	0,00	11.523,00	8	10.761,00	0,00	10.761,00	8	4.912,00	5.640,00	10.552,00
9	7.669,00	3.570,00	11.239,00	9	10.881,00	0,00	10.881,00	9	7.802,00	3.960,00	11.762,00
10	4.848,00	5.510,00	10.358,00	10	12.112,00	0,00	12.112,00	10	9.535,00	2.600,00	12.135,00
11	4.997,00	5.680,00	10.677,00	11	13.610,00	0,00	13.610,00	11	6.890,00	5.680,00	12.570,00
12	7.742,00	2.030,00	9.772,00	12	13.909,00	0,00	13.909,00	12	9.647,00	2.130,00	11.777,00
13	6.420,00	5.490,00	11.910,00	13	13.144,00	0,00	13.144,00	13	12.767,00	0,00	12.767,00
14	4.537,00	5.620,00	10.157,00	14	12.187,00	0,00	12.187,00	14	8.910,00	970,00	9.880,00
15	5.747,00	5.600,00	11.347,00	15	12.482,00	0,00	12.482,00	15	7.136,00	1.790,00	8.926,00
16	8.993,00	2.830,00	11.823,00	16	14.385,00	0,00	14.385,00	16	5.383,00	5.450,00	10.833,00
17	5.513,00	5.770,00	11.283,00	17	12.858,00	0,00	12.858,00	17	7.343,00	4.130,00	11.473,00
18	5.260,00	5.400,00	10.660,00	18	12.723,00	0,00	12.723,00	18	11.073,00	1.460,00	12.533,00
19	8.662,00	1.720,00	10.382,00	19	12.153,00	0,00	12.153,00	19	6.278,00	5.120,00	11.398,00
20	7.688,00	2.770,00	10.458,00	20	11.345,00	0,00	11.345,00	20	7.836,00	2.540,00	10.376,00
21	1.546,00	5.500,00	7.046,00	21	12.914,00	0,00	12.914,00	21	13.060,00	0,00	13.060,00
22	4.191,00	2.690,00	6.881,00	22	13.520,00	0,00	13.520,00	22	11.702,00	0,00	11.702,00
23	6.396,00	3.010,00	9.406,00	23	7.401,00	1.650,00	9.051,00	23	10.622,00	3.250,00	13.872,00
24	5.341,00	5.560,00	10.901,00	24	7.600,00	5.300,00	12.900,00	24	8.683,00	5.420,00	14.103,00
25	5.904,00	5.770,00	11.674,00	25	6.868,00	5.330,00	12.198,00	25	6.972,00	5.820,00	12.792,00
26	6.189,00	5.370,00	11.559,00	26	7.527,00	4.910,00	12.437,00	26	7.859,00	5.270,00	13.129,00
27	7.232,00	3.500,00	10.732,00	27	11.200,00	1.140,00	12.340,00	27	6.072,00	5.220,00	11.292,00
28	3.419,00	5.450,00	8.869,00	28	5.659,00	0,00	5.659,00	28	5.803,00	5.520,00	11.323,00
29	4.675,00	5.610,00	10.285,00	29	16.893,00	0,00	16.893,00	29	6.692,00	5.570,00	12.262,00
30	5.061,00	5.670,00	10.731,00	30	10.283,00	0,00	10.283,00	30	7.717,00	5.700,00	13.417,00
31	5.023,00	5.520,00	10.543,00	31				31	7.592,00	5.460,00	13.052,00
Cierre	0,00	0,00	0,00	Cierre	0,00	0,00	0,00	Cierre	0,00	0,00	0,00
TOTAL	202.397,00	123.800,00	326.197,00	TOTAL	307.722,00	45.780,00	353.502,00	TOTAL	240.994,00	123.270,00	364.264,00
Promedio	6.324,91	3.868,75	10.193,66	Promedio	9.926,52	1.476,77	11.403,29	Promedio	7.531,06	3.852,19	11.383,25
Maximo	11.523,00	5.770,00	11.910,00	Maximo	16.893,00	5.640,00	16.893,00	Maximo	13.060,00	5.820,00	14.103,00
Minimo	0,00	0,00	0,00	Minimo	0,00	0,00	0,00	Minimo	0,00	0,00	0,00

8.3 Simulación – Resultados obtenidos

PRODUCCIÓN DE BIOGÁS.

		N.m3/d	N.m3/d	N.m3/d	%	N.m3/d
		Producc. Biogás	Gasómetros	Consumo MT CR 200	CARGA SOBRE NOMINAL	Antorcha
		0,00	0,00	0,00		
ene-09	1	6.702,22	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.159,97
	2	5.214,98	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.752,73
	3	3.283,51	2.080,00	2.462,25	100,00%	821,26
	4	3.138,65	2.080,00	2.462,25	100,00%	676,40
	5	3.447,68	2.080,00	2.462,25	100,00%	985,43
	6	4.654,85	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.192,60
	7	3.959,52	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.497,27
	8	4.567,94	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.105,69
	9	6.074,49	2.080,00	2.462,25	100,00%	3.612,24
	10	5.263,27	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.801,02
	11	4.104,38	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.642,13
	12	4.500,34	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.038,08
	13	3.891,92	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.429,67
	14	3.524,94	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.062,69
	15	3.911,24	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.448,98
	16	4.365,13	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.902,88
	17	4.345,82	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.883,57
	18	3.959,52	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.497,27
	19	4.094,73	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.632,48
	20	3.843,63	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.381,38
	21	4.819,03	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.356,78
	22	4.007,81	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.545,56
	23	5.456,42	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.994,16
	24	5.842,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	3.380,46
	25	4.799,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.337,46
	26	4.577,60	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.115,34
	27	4.471,36	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.009,11
	28	3.022,76	2.080,00	2.462,25	100,00%	560,51
	29	4.355,48	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.893,22
	30	4.249,24	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.786,99
	31	3.862,95	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.400,70
feb-09	1	2.862,94	2.080,00	2.462,25	100,00%	400,68
	2	2.590,27	2.080,00	2.462,25	100,00%	128,02
	3	2.743,65	2.080,00	2.462,25	100,00%	281,39
	4	3.544,59	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.082,34
	5	3.595,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.133,46
	6	2.155,72	1.773,47	2.462,25	100,00%	0,00
	7	2.862,94	2.080,00	2.462,25	100,00%	94,15
	8	2.752,17	2.080,00	2.462,25	100,00%	289,92
	9	2.837,37	2.080,00	2.462,25	100,00%	375,12
	10	2.828,85	2.080,00	2.462,25	100,00%	366,60
	11	2.845,89	2.080,00	2.462,25	100,00%	383,64
	12	2.786,25	2.080,00	2.462,25	100,00%	324,00
	13	2.854,41	2.080,00	2.462,25	100,00%	392,16

	14	2.914,06	2.080,00	2.462,25	100,00%	451,81
	15	2.760,69	2.080,00	2.462,25	100,00%	298,44
	16	2.547,67	2.080,00	2.462,25	100,00%	85,42
	17	2.564,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	102,46
	18	2.113,12	1.730,87	2.462,25	100,00%	0,00
	19	2.692,52	1.961,14	2.462,25	100,00%	0,00
	20	2.811,81	2.080,00	2.462,25	100,00%	230,70
	21	2.845,89	2.080,00	2.462,25	100,00%	383,64
	22	2.666,96	2.080,00	2.462,25	100,00%	204,71
	23	2.658,44	2.080,00	2.462,25	100,00%	196,19
	24	2.701,04	2.080,00	2.462,25	100,00%	238,79
	25	2.675,48	2.080,00	2.462,25	100,00%	213,23
	26	1.525,19	1.142,94	2.462,25	100,00%	0,00
	27	1.525,19	205,89	2.462,25	100,00%	0,00
	28	1.601,88	0,00	1.807,77	73,42%	0,00
mar-09	1	2.127,53	0,00	2.127,53	86,41%	0,00
	2	2.150,04	0,00	2.150,04	87,32%	0,00
	3	3.973,64	1.511,38	2.462,25	100,00%	0,00
	4	3.827,30	2.080,00	2.462,25	100,00%	796,43
	5	3.906,10	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.443,84
	6	3.602,16	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.139,91
	7	3.793,53	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.331,28
	8	2.487,74	2.080,00	2.462,25	100,00%	25,49
	9	2.431,46	2.049,21	2.462,25	100,00%	0,00
	10	2.938,01	2.080,00	2.462,25	100,00%	444,97
	11	4.660,30	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.198,05
	12	2.532,77	2.080,00	2.462,25	100,00%	70,52
	13	3.917,35	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.455,10
	14	4.210,03	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.747,78
	15	3.286,97	2.080,00	2.462,25	100,00%	824,72
	16	3.996,15	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.533,90
	17	3.883,58	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.421,33
	18	5.189,37	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.727,11
	19	4.277,57	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.815,32
	20	4.390,14	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.927,88
	21	4.457,68	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.995,43
	22	4.660,30	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.198,05
	23	4.615,27	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.153,02
	24	4.232,54	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.770,29
	25	4.074,95	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.612,70
	26	4.412,65	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.950,40
	27	4.210,03	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.747,78
	28	4.210,03	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.747,78
	29	4.255,06	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.792,80
	30	4.142,49	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.680,24
	31	4.086,20	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.623,95
abr-09	1	2.349,42	1.967,17	2.462,25	100,00%	0,00
	2	2.275,03	1.779,95	2.462,25	100,00%	0,00
	3	2.572,58	1.890,28	2.462,25	100,00%	0,00
	4	2.603,58	2.031,61	2.462,25	100,00%	0,00
	5	2.306,03	1.875,38	2.462,25	100,00%	0,00
	6	2.293,63	1.706,76	2.462,25	100,00%	0,00
	7	2.299,83	1.544,33	2.462,25	100,00%	0,00
	8	2.064,27	1.146,35	2.462,25	100,00%	0,00

	9	2.535,39	1.219,48	2.462,25	100,00%	0,00
	10	2.696,56	1.453,80	2.462,25	100,00%	0,00
	11	2.324,62	1.316,17	2.462,25	100,00%	0,00
	12	2.646,97	1.500,89	2.462,25	100,00%	0,00
	13	2.132,45	1.171,09	2.462,25	100,00%	0,00
	14	3.087,10	1.795,94	2.462,25	100,00%	0,00
	15	3.043,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	297,39
	16	2.938,32	2.080,00	2.462,25	100,00%	476,07
	17	2.777,15	2.080,00	2.462,25	100,00%	314,90
	18	2.479,60	2.080,00	2.462,25	100,00%	17,35
	19	2.411,41	2.029,16	2.462,25	100,00%	0,00
	20	2.671,77	2.080,00	2.462,25	100,00%	158,67
	21	2.120,06	1.737,80	2.462,25	100,00%	0,00
	22	2.008,47	1.284,03	2.462,25	100,00%	0,00
	23	2.138,65	960,43	2.462,25	100,00%	0,00
	24	2.082,86	581,04	2.462,25	100,00%	0,00
	25	2.157,25	276,04	2.462,25	100,00%	0,00
	26	2.312,23	126,01	2.462,25	100,00%	0,00
	27	2.237,84	0,00	2.363,85	96,00%	0,00
	28	2.281,23	0,00	2.281,23	92,65%	0,00
	29	2.423,81	0,00	2.423,81	98,44%	0,00
	30	2.318,42	0,00	2.318,42	94,16%	0,00
may-09	1	3.579,00	1.116,75	2.462,25	100,00%	0,00
	2	3.468,31	2.080,00	2.462,25	100,00%	42,80
	3	3.468,31	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.006,06
	4	3.763,48	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.301,23
	5	3.560,55	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.098,30
	6	3.523,65	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.061,40
	7	4.086,33	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.624,08
	8	4.602,89	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.140,64
	9	4.612,11	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.149,86
	10	4.667,46	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.205,20
	11	4.519,87	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.057,62
	12	3.523,65	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.061,40
	13	2.859,51	2.080,00	2.462,25	100,00%	397,26
	14	3.034,77	2.080,00	2.462,25	100,00%	572,52
	15	3.366,84	2.080,00	2.462,25	100,00%	904,59
	16	3.256,15	2.080,00	2.462,25	100,00%	793,90
	17	3.191,58	2.080,00	2.462,25	100,00%	729,33
	18	3.302,27	2.080,00	2.462,25	100,00%	840,02
	19	2.804,16	2.080,00	2.462,25	100,00%	341,91
	20	4.150,90	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.688,65
	21	4.206,25	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.743,99
	22	3.339,17	2.080,00	2.462,25	100,00%	876,92
	23	6.613,77	2.080,00	2.462,25	100,00%	4.151,52
	24	2.038,55	1.656,30	2.462,25	100,00%	0,00
	25	2.029,33	1.223,38	2.462,25	100,00%	0,00
	26	3.984,86	2.080,00	2.462,25	100,00%	665,99
	27	3.828,05	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.365,80
	28	3.671,24	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.208,99
	29	3.957,19	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.494,94
	30	3.597,45	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.135,20
	31	3.662,02	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.199,76
jun-09	1	4.660,49	2.080,00	2.462,25	100,00%	2.198,24

	2	3.527,15	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.064,89
	3	4.130,89	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.668,64
	4	4.046,16	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.583,90
	5	4.035,56	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.573,31
	6	3.092,87	2.080,00	2.462,25	100,00%	630,62
	7	3.770,76	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.308,51
	8	1.895,97	1.513,72	2.462,25	100,00%	0,00
	9	2.616,23	1.667,70	2.462,25	100,00%	0,00
	10	2.531,50	1.736,95	2.462,25	100,00%	0,00
	11	2.118,41	1.393,10	2.462,25	100,00%	0,00
	12	3.442,41	2.080,00	2.462,25	100,00%	293,26
	13	3.770,76	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.308,51
	14	3.580,11	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.117,85
	15	3.357,67	2.080,00	2.462,25	100,00%	895,42
	16	3.548,33	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.086,08
	17	3.601,29	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.139,04
	18	3.474,19	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.011,93
	19	3.135,24	2.080,00	2.462,25	100,00%	672,99
	20	3.082,28	2.080,00	2.462,25	100,00%	620,03
	21	3.590,70	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.128,45
	22	3.347,08	2.080,00	2.462,25	100,00%	884,83
	23	3.209,39	2.080,00	2.462,25	100,00%	747,13
	24	2.891,62	2.080,00	2.462,25	100,00%	429,37
	25	3.633,07	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.170,82
	26	3.347,08	2.080,00	2.462,25	100,00%	884,83
	27	3.505,96	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.043,71
	28	3.304,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	842,46
	29	3.474,19	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.011,93
	30	3.347,08	2.080,00	2.462,25	100,00%	884,83
jul-09	1	2.589,35	2.080,00	2.462,25	100,00%	127,09
	2	3.092,31	2.080,00	2.462,25	100,00%	630,06
	3	3.110,94	2.080,00	2.462,25	100,00%	648,69
	4	2.673,17	2.080,00	2.462,25	100,00%	210,92
	5	3.250,65	2.080,00	2.462,25	100,00%	788,40
	6	2.654,55	2.080,00	2.462,25	100,00%	192,29
	7	2.794,26	2.080,00	2.462,25	100,00%	332,01
	8	2.580,03	2.080,00	2.462,25	100,00%	117,78
	9	2.673,17	2.080,00	2.462,25	100,00%	210,92
	10	1.713,81	1.331,56	2.462,25	100,00%	0,00
	11	1.955,98	825,29	2.462,25	100,00%	0,00
	12	1.955,98	319,02	2.462,25	100,00%	0,00
	13	1.713,81	0,00	2.032,83	82,56%	0,00
	14	1.713,81	0,00	1.713,81	69,60%	0,00
	15	1.695,18	0,00	1.695,18	68,85%	0,00
	16	2.300,61	0,00	2.300,61	93,44%	0,00
	17	2.906,03	443,78	2.462,25	100,00%	0,00
	18	2.989,86	971,38	2.462,25	100,00%	0,00
	19	3.148,20	1.657,33	2.462,25	100,00%	0,00
	20	2.468,26	1.663,34	2.462,25	100,00%	0,00
	21	2.552,09	1.753,17	2.462,25	100,00%	0,00
	22	2.878,09	2.080,00	2.462,25	100,00%	89,01
	23	2.896,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	434,46
	24	2.589,35	2.080,00	2.462,25	100,00%	127,09
	25	2.719,74	2.080,00	2.462,25	100,00%	257,49

	26	2.552,09	2.080,00	2.462,25	100,00%	89,84
	27	2.198,15	1.815,90	2.462,25	100,00%	0,00
	28	2.561,40	1.915,05	2.462,25	100,00%	0,00
	29	2.049,12	1.501,92	2.462,25	100,00%	0,00
	30	1.629,98	669,65	2.462,25	100,00%	0,00
	31	1.434,39	0,00	2.104,04	85,45%	0,00
ago-09	1	1.568,77	0,00	1.568,77	63,71%	0,00
	2	1.757,03	0,00	1.757,03	71,36%	0,00
	3	1.861,61	0,00	1.861,61	75,61%	0,00
	4	2.279,95	0,00	2.279,95	92,60%	0,00
	5	2.489,12	26,87	2.462,25	100,00%	0,00
	6	2.447,29	11,91	2.462,25	100,00%	0,00
	7	2.269,49	0,00	2.281,40	92,66%	0,00
	8	2.332,25	0,00	2.332,25	94,72%	0,00
	9	1.976,66	0,00	1.976,66	80,28%	0,00
	10	2.102,16	0,00	2.102,16	85,38%	0,00
	11	2.593,71	131,46	2.462,25	100,00%	0,00
	12	3.085,26	754,46	2.462,25	100,00%	0,00
	13	2.938,84	1.231,05	2.462,25	100,00%	0,00
	14	3.022,51	1.791,30	2.462,25	100,00%	0,00
	15	2.959,76	2.080,00	2.462,25	100,00%	208,81
	16	2.802,88	2.080,00	2.462,25	100,00%	340,63
	17	2.583,25	2.080,00	2.462,25	100,00%	121,00
	18	2.248,58	1.866,33	2.462,25	100,00%	0,00
	19	1.955,74	1.359,81	2.462,25	100,00%	0,00
	20	1.641,98	539,55	2.462,25	100,00%	0,00
	21	1.767,49	0,00	2.307,03	93,70%	0,00
	22	836,68	0,00	836,68	33,98%	0,00
	23	1.286,40	0,00	1.286,40	52,24%	0,00
	24	1.328,23	0,00	1.328,23	53,94%	0,00
	25	1.746,57	0,00	1.746,57	70,93%	0,00
	26	2.917,92	455,67	2.462,25	100,00%	0,00
	27	2.635,54	628,96	2.462,25	100,00%	0,00
	28	1.725,65	0,00	2.354,61	95,63%	0,00
	29	3.137,55	675,30	2.462,25	100,00%	0,00
	30	2.415,91	628,96	2.462,25	100,00%	0,00
	31	3.106,17	1.272,88	2.462,25	100,00%	0,00
sep-09	1	1.729,99	540,62	2.462,25	100,00%	0,00
	2	1.400,75	0,00	1.941,38	78,85%	0,00
	3	1.394,77	0,00	1.394,77	56,65%	0,00
	4	1.328,92	0,00	1.328,92	53,97%	0,00
	5	1.394,77	0,00	1.394,77	56,65%	0,00
	6	1.406,74	0,00	1.406,74	57,13%	0,00
	7	1.436,67	0,00	1.436,67	58,35%	0,00
	8	688,40	0,00	688,40	27,96%	0,00
	9	993,70	0,00	993,70	40,36%	0,00
	10	1.047,57	0,00	1.047,57	42,55%	0,00
	11	1.251,10	0,00	1.251,10	50,81%	0,00
	12	1.227,16	0,00	1.227,16	49,84%	0,00
	13	1.161,31	0,00	1.161,31	47,16%	0,00
	14	1.430,69	0,00	1.430,69	58,10%	0,00
	15	1.538,44	0,00	1.538,44	62,48%	0,00
	16	1.526,46	0,00	1.526,46	61,99%	0,00
	17	1.580,34	0,00	1.580,34	64,18%	0,00

	18	1.424,70	0,00	1.424,70	57,86%	0,00
	19	1.556,39	0,00	1.556,39	63,21%	0,00
	20	1.185,25	0,00	1.185,25	48,14%	0,00
	21	1.544,42	0,00	1.544,42	62,72%	0,00
	22	1.502,52	0,00	1.502,52	61,02%	0,00
	23	1.251,10	0,00	1.251,10	50,81%	0,00
	24	856,02	0,00	856,02	34,77%	0,00
	25	1.101,45	0,00	1.101,45	44,73%	0,00
	26	2.496,22	33,96	2.462,25	100,00%	0,00
	27	1.466,60	0,00	1.500,57	60,94%	0,00
	28	1.275,05	0,00	1.275,05	51,78%	0,00
	29	1.005,67	0,00	1.005,67	40,84%	0,00
	30	1.281,03	0,00	1.281,03	52,03%	0,00
oct-09	1	3.144,17	681,91	2.462,25	100,00%	0,00
	2	2.880,39	1.100,06	2.462,25	100,00%	0,00
	3	2.352,85	990,65	2.462,25	100,00%	0,00
	4	1.983,57	511,97	2.462,25	100,00%	0,00
	5	2.553,32	603,04	2.462,25	100,00%	0,00
	6	2.722,13	862,91	2.462,25	100,00%	0,00
	7	3.249,68	1.650,34	2.462,25	100,00%	0,00
	8	3.903,83	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.011,92
	9	3.967,14	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.504,88
	10	3.745,57	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.283,32
	11	1.751,45	1.369,20	2.462,25	100,00%	0,00
	12	2.606,07	1.513,02	2.462,25	100,00%	0,00
	13	2.827,64	1.878,40	2.462,25	100,00%	0,00
	14	3.492,35	2.080,00	2.462,25	100,00%	828,50
	15	3.228,57	2.080,00	2.462,25	100,00%	766,32
	16	3.302,43	2.080,00	2.462,25	100,00%	840,18
	17	3.429,04	2.080,00	2.462,25	100,00%	966,79
	18	3.397,39	2.080,00	2.462,25	100,00%	935,14
	19	3.334,08	2.080,00	2.462,25	100,00%	871,83
	20	2.490,01	2.080,00	2.462,25	100,00%	27,76
	21	1.667,04	1.284,79	2.462,25	100,00%	0,00
	22	1.751,45	573,99	2.462,25	100,00%	0,00
	23	1.867,51	0,00	2.441,49	99,16%	0,00
	24	2.711,58	249,33	2.462,25	100,00%	0,00
	25	3.059,76	846,84	2.462,25	100,00%	0,00
	26	2.964,80	1.349,38	2.462,25	100,00%	0,00
	27	2.722,13	1.609,26	2.462,25	100,00%	0,00
	28	2.278,99	1.426,01	2.462,25	100,00%	0,00
	29	2.511,11	1.474,87	2.462,25	100,00%	0,00
	30	2.774,88	1.787,50	2.462,25	100,00%	0,00
	31	2.658,83	1.984,07	2.462,25	100,00%	0,00
nov-09	1	2.849,68	2.080,00	2.462,25	100,00%	291,50
	2	2.894,38	2.080,00	2.462,25	100,00%	432,13
	3	2.749,10	2.080,00	2.462,25	100,00%	286,85
	4	2.503,25	2.080,00	2.462,25	100,00%	41,00
	5	2.212,69	1.830,44	2.462,25	100,00%	0,00
	6	2.402,67	1.770,86	2.462,25	100,00%	0,00
	7	2.559,12	1.867,73	2.462,25	100,00%	0,00
	8	2.603,83	2.009,31	2.462,25	100,00%	0,00
	9	2.536,77	2.080,00	2.462,25	100,00%	3,83
	10	2.492,07	2.080,00	2.462,25	100,00%	29,82

	11	2.883,21	2.080,00	2.462,25	100,00%	420,95
	12	2.972,61	2.080,00	2.462,25	100,00%	510,36
	13	2.916,73	2.080,00	2.462,25	100,00%	454,48
	14	3.062,01	2.080,00	2.462,25	100,00%	599,76
	15	3.196,11	2.080,00	2.462,25	100,00%	733,86
	16	3.162,59	2.080,00	2.462,25	100,00%	700,33
	17	2.659,70	2.080,00	2.462,25	100,00%	197,45
	18	2.290,92	1.908,67	2.462,25	100,00%	0,00
	19	3.509,02	2.080,00	2.462,25	100,00%	875,43
	20	3.140,24	2.080,00	2.462,25	100,00%	677,98
	21	3.307,86	2.080,00	2.462,25	100,00%	845,61
	22	3.196,11	2.080,00	2.462,25	100,00%	733,86
	23	2.927,91	2.080,00	2.462,25	100,00%	465,66
	24	3.084,36	2.080,00	2.462,25	100,00%	622,11
	25	2.659,70	2.080,00	2.462,25	100,00%	197,45
	26	3.151,41	2.080,00	2.462,25	100,00%	689,16
	27	3.486,67	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.024,42
	28	4.190,71	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.728,45
	29	3.520,19	2.080,00	2.462,25	100,00%	1.057,94
	30	3.419,62	2.080,00	2.462,25	100,00%	957,36
dic-09	1	2.113,88	1.731,63	2.462,25	100,00%	0,00
	2	2.200,00	1.469,37	2.462,25	100,00%	0,00
	3	2.223,49	1.230,61	2.462,25	100,00%	0,00
	4	2.434,87	1.203,23	2.462,25	100,00%	0,00
	5	2.583,63	1.324,61	2.462,25	100,00%	0,00
	6	2.207,83	1.070,18	2.462,25	100,00%	0,00
	7	2.129,54	737,47	2.462,25	100,00%	0,00
	8	2.129,54	404,75	2.462,25	100,00%	0,00
	9	2.231,32	173,82	2.462,25	100,00%	0,00
	10	1.949,46	0,00	2.123,28	86,23%	0,00
	11	2.043,42	0,00	2.043,42	82,99%	0,00
	12	2.184,34	0,00	2.184,34	88,71%	0,00
	13	2.098,22	0,00	2.098,22	85,22%	0,00
	14	931,67	0,00	931,67	37,84%	0,00
	15	1.417,08	0,00	1.417,08	57,55%	0,00
	16	2.419,22	0,00	2.419,22	98,25%	0,00
	17	2.019,93	0,00	2.019,93	82,04%	0,00
	18	2.340,92	0,00	2.340,92	95,07%	0,00
	19	1.738,08	0,00	1.738,08	70,59%	0,00
	20	2.654,09	191,84	2.462,25	100,00%	0,00
	21	2.419,22	148,80	2.462,25	100,00%	0,00
	22	2.293,95	0,00	2.442,75	99,21%	0,00
	23	2.403,56	0,00	2.403,56	97,62%	0,00
	24	2.254,80	0,00	2.254,80	91,57%	0,00
	25	2.834,16	371,91	2.462,25	100,00%	0,00
	26	2.536,65	446,31	2.462,25	100,00%	0,00
	27	2.293,95	278,01	2.462,25	100,00%	0,00
	28	1.863,34	0,00	2.141,35	86,97%	0,00
	29	2.708,90	246,64	2.462,25	100,00%	0,00
	30	3.061,21	845,60	2.462,25	100,00%	0,00
	31	3.170,82	1.554,17	2.462,25	100,00%	0,00
		1.049.155,49		849.551,75	94,36%	199.603,73
				80,97%		19,03%

DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA

CALENTAMIENTO DE LODOS A DIGESTIÓN PÉRDIDAS EN CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN Y OTROS PÉRDIDAS EN EL DIGESTOR

CALENTAMIENTO DE LODOS A DIGESTIÓN

	Fango espesado a digestor	Tª fango espesado a digestor	Tª de operación del digestor	Energía calentamiento fangos
	m3/d	°C	°C	Kw.h/mes
enero-09	455,32	20,00	36,00	262.225,33
febrero-09	309,61	19,00	36,00	189.450,33
marzo-09	340,84	20,00	36,00	196.292,80
abril-09	390,33	21,00	36,00	210.747,47
mayo-09	399,61	23,00	36,00	186.989,98
junio-09	318,07	25,00	36,00	125.934,96
julio-09	263,35	28,00	36,00	75.834,49
agosto-09	215,35	30,00	36,00	46.509,47
septiembre-09	218,16	28,00	36,00	62.820,76
octubre-09	267,00	26,00	36,00	96.105,17
noviembre-09	263,71	24,00	36,00	113.905,00
diciembre-09	287,97	20,00	36,00	165.843,82

Total **1.732,66** Mw.h/año

PÉRDIDAS EN CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN Y OTROS

Pérdidas en circuitos y otros (%) **5,00%**

86,63 Mw.h/año

PÉRDIDAS EN LOS DIGESTORES (2 UDS DE 3.500 m3 y 22 m DIÁMETRO)

	DÍAS/MES	Tª AIRE	Tª TERRENO	Tª FANGO DIGESTOR
enero-09	31	11,70	8,00	36,00
febrero-09	28	12,10	8,00	36,00
marzo-09	31	14,10	10,00	36,00
abril-09	30	15,40	10,00	36,00
mayo-09	31	20,20	12,00	36,00
junio-09	30	23,70	12,00	36,00
julio-09	31	26,70	13,00	36,00
agosto-09	31	27,20	13,00	36,00
septiembre-09	30	23,70	12,00	36,00
octubre-09	31	21,40	12,00	36,00
noviembre-09	30	16,90	11,00	36,00
diciembre-09	31	13,20	11,00	36,00

Coef. Transferencia de calor HORMIGÓN - AIRE	0,7	W/m2.°C
Coef. Transferencia de calor HORMIGÓN - TERRENO PARED LATERAL	0,9	W/m2.°C
Coef. Transferencia de calor HORMIGÓN - TERRENO FONDO	1,4	W/m2.°C
Superficie transmisión calor aire - cubierta	798	m2
Superficie transmisión calor aire - paredes no enterradas	872	m2
Superficie transmisión calor terreno - paredes enterradas	498	m2
Superficie transmisión calor terreno - fondo	760	m2

PÉRDIDAS DE CALOR (Kw.h)					
MES	CUBIERTA	PAREDES NO ENTERRADAS	PAREDES ENTERRADAS	FONDO	TOTAL PÉRDIDAS
enero-09	10.099,04	11.035,54	9.336,90	22.165,25	52.636,74
febrero-09	8.971,56	9.803,51	8.433,33	20.020,22	47.228,63
marzo-09	9.101,60	9.945,61	8.669,98	20.582,02	48.299,22
abril-09	8.285,16	9.053,45	8.390,30	19.918,08	45.646,99
mayo-09	6.566,45	7.175,37	8.003,06	18.998,78	40.743,67
junio-09	4.946,96	5.405,70	7.744,90	18.385,92	36.483,48
julio-09	3.865,07	4.223,48	7.669,60	18.207,17	33.965,31
agosto-09	3.657,27	3.996,41	7.669,60	18.207,17	33.530,44
septiembre-09	4.946,96	5.405,70	7.744,90	18.385,92	36.483,48
octubre-09	6.067,74	6.630,41	8.003,06	18.998,78	39.699,99
noviembre-09	7.681,87	8.394,22	8.067,60	19.152,00	43.295,69
diciembre-09	9.475,64	10.354,34	8.336,52	19.790,40	47.956,90
TOTAL	83.665,32	91.423,76	98.069,75	232.811,71	505.970,54

TOTAL PÉRDIDAS DE CALOR = **505,97** Mw.h/año

TOTAL DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA

DEMANDA DE ENERGÍA TÉRMICA (Mw.h)				
	CALENTAMIENTO DE LODOS	PÉRDIDAS EN CIRCUITOS	PÉRDIDAS EN DIGESTORES	TOTAL PÉRDIDAS
enero-09	262,225	13,111	52,637	327,973
febrero-09	189,450	9,473	47,229	246,151
marzo-09	196,293	9,815	48,299	254,407
abril-09	210,747	10,537	45,647	266,932
mayo-09	186,990	9,349	40,744	237,083
junio-09	125,935	6,297	36,483	168,715
julio-09	75,834	3,792	33,965	113,592
agosto-09	46,509	2,325	33,530	82,365
septiembre-09	62,821	3,141	36,483	102,445
octubre-09	96,105	4,805	39,700	140,610
noviembre-09	113,905	5,695	43,296	162,896
diciembre-09	165,844	8,292	47,957	222,093
TOTAL	1.732,66	86,63	505,97	2.325,26

CALENTAMIENTO DE LODOS A DIGESTIÓN

PÉRDIDAS EN CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN Y OTROS

PÉRDIDAS EN EL DIGESTOR

1.732,66

Mw.h/año

86,63

Mw.h/año

505,97

Mw.h/año

TOTAL

2.325,26

Mw.h/año

Demanda horaria:

265,44

Kw.h/h

ENERGÍA ELÉCTRICA Y TÉRMICA GENERADA POR LA MT.

DÍA	Producc. Biogás	Gasómetros	Consumo MT	Fuel flow energy	Rendimiento MT	Potencia Eléctrica	Tª Ambiente	Afección Tª y Altitud	U.T.B. Cargas Parásitas	Factor utilización	Total potencia eléctrica corregida Kw.h/día	Total potencia térmica corregida Kw.h/día
	0,00	0,00	0,00	Btu/h PCI	%	Kw-e		Kw-e		%		
1	6.702,22	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	5.214,98	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	3.283,51	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	3.138,65	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	3.447,68	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	4.654,85	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	3.959,52	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	4.567,94	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	6.074,49	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	5.263,27	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	4.104,38	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	4.500,34	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	3.891,92	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	3.524,94	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.911,24	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	4.365,13	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	4.345,82	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	3.959,52	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	4.094,73	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	3.843,63	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	4.819,03	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	4.007,81	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	5.456,42	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	5.842,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	4.799,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	4.577,60	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	4.471,36	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	3.022,76	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
29	4.355,48	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	4.249,24	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
31	3.862,95	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	11,7	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
1	2.862,94	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	2.590,27	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22

3	2.743,65	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	3.544,59	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	3.595,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	2.155,72	1.773,47	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	2.862,94	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	2.752,17	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	2.837,37	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	2.828,85	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	2.845,89	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	2.786,25	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	2.854,41	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	2.914,06	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	2.760,69	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	2.547,67	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	2.564,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	2.113,12	1.730,87	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	2.692,52	1.961,14	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	2.811,81	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	2.845,89	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	2.666,96	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	2.658,44	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	2.701,04	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	2.675,48	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	1.525,19	1.142,94	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	1.525,19	205,89	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	12,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	1.601,88	0,00	1.807,77	1.518.364,75	32,70%	198,18	12,10	198,18	-10,00	90,00%	4064,73	6.078,63
1	2.127,53	0,00	2.127,53	1.786.935,62	32,90%	199,39	14,10	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
2	2.150,04	0,00	2.150,04	1.805.844,99	32,90%	199,39	14,10	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
3	3.973,64	1.511,38	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	3.827,30	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	3.906,10	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	3.602,16	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	3.793,53	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	2.487,74	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	2.431,46	2.049,21	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	2.938,01	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	4.660,30	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	2.532,77	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	3.917,35	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	4.210,03	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.286,97	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	3.996,15	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22

17	3.883,58	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	5.189,37	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	4.277,57	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	4.390,14	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	4.457,68	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	4.660,30	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	4.615,27	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	4.232,54	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	4.074,95	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	4.412,65	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	4.210,03	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	4.210,03	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
29	4.255,06	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	4.142,49	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
31	4.086,20	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
1	2.349,42	1.967,17	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	2.275,03	1.779,95	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	2.572,58	1.890,28	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	2.603,58	2.031,61	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	2.306,03	1.875,38	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	2.293,63	1.706,76	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	2.299,83	1.544,33	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	2.064,27	1.146,35	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	2.535,39	1.219,48	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	2.696,56	1.453,80	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	2.324,62	1.316,17	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	2.646,97	1.500,89	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	2.132,45	1.171,09	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	3.087,10	1.795,94	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.043,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	2.938,32	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	2.777,15	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	2.479,60	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	2.411,41	2.029,16	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	2.671,77	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	2.120,06	1.737,80	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	2.008,47	1.284,03	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	2.138,65	960,43	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	2.082,86	581,04	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	2.157,25	276,04	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	2.312,23	126,01	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	2.237,84	0,00	2.363,85	1.985.425,86	32,90%	199,39	14,10	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81

28	2.281,23	0,00	2.281,23	1.916.032,21	32,90%	199,39	14,10	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
29	2.423,81	0,00	2.423,81	2.035.784,22	32,80%	198,79	14,10	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	2.318,42	0,00	2.318,42	1.947.271,86	32,90%	199,39	14,10	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
1	3.579,00	1.116,75	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	3.468,31	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	3.468,31	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	3.763,48	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	3.560,55	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	3.523,65	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	4.086,33	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	4.602,89	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	4.612,11	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	4.667,46	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	4.519,87	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	3.523,65	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	2.859,51	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	3.034,77	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.366,84	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	3.256,15	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	3.191,58	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	3.302,27	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	2.804,16	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	4.150,90	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	4.206,25	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	3.339,17	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	6.613,77	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	2.038,55	1.656,30	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	2.029,33	1.223,38	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	3.984,86	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	3.828,05	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	3.671,24	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
29	3.957,19	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	3.597,45	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
31	3.662,02	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	20,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
1	4.660,49	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	3.527,15	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	4.130,89	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	4.046,16	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	4.035,56	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	3.092,87	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	3.770,76	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	1.895,97	1.513,72	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22

9	2.616,23	1.667,70	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	2.531,50	1.736,95	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	2.118,41	1.393,10	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	3.442,41	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	3.770,76	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	3.580,11	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.357,67	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	3.548,33	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	3.601,29	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	3.474,19	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	3.135,24	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	3.082,28	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	3.590,70	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	3.347,08	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	3.209,39	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	2.891,62	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	3.633,07	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	3.347,08	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	3.505,96	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	3.304,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
29	3.474,19	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	3.347,08	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
1	2.589,35	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
2	3.092,31	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
3	3.110,94	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
4	2.673,17	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
5	3.250,65	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
6	2.654,55	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
7	2.794,26	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
8	2.580,03	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
9	2.673,17	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
10	1.713,81	1.331,56	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
11	1.955,98	825,29	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
12	1.955,98	319,02	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
13	1.713,81	0,00	2.032,83	1.707.397,76	32,90%	199,39	26,70	194,20	-10,00	90,00%	3978,76	5.956,55
14	1.713,81	0,00	1.713,81	1.439.450,56	32,50%	196,97	26,70	191,78	-10,00	90,00%	3926,39	5.882,20
15	1.695,18	0,00	1.695,18	1.423.804,36	32,40%	196,36	26,70	191,17	-10,00	90,00%	3913,30	5.863,61
16	2.300,61	0,00	2.300,61	1.932.305,91	32,90%	199,39	26,70	194,20	-10,00	90,00%	3978,76	5.956,55
17	2.906,03	443,78	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
18	2.989,86	971,38	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
19	3.148,20	1.657,33	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
20	2.468,26	1.663,34	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96

21	2.552,09	1.753,17	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
22	2.878,09	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
23	2.896,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
24	2.589,35	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
25	2.719,74	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
26	2.552,09	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
27	2.198,15	1.815,90	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
28	2.561,40	1.915,05	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
29	2.049,12	1.501,92	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
30	1.629,98	669,65	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	26,70	193,60	-10,00	90,00%	3965,66	5.937,96
31	1.434,39	0,00	2.104,04	1.767.207,09	32,90%	199,39	26,70	194,20	-10,00	90,00%	3978,76	5.956,55
1	1.568,77	0,00	1.568,77	1.317.632,64	32,10%	194,55	27,20	188,39	-10,00	90,00%	3853,26	5.778,35
2	1.757,03	0,00	1.757,03	1.475.748,56	32,60%	197,58	27,20	191,42	-10,00	90,00%	3918,71	5.871,29
3	1.861,61	0,00	1.861,61	1.563.590,73	32,70%	198,18	27,20	192,03	-10,00	90,00%	3931,80	5.889,88
4	2.279,95	0,00	2.279,95	1.914.959,44	32,90%	199,39	27,20	193,24	-10,00	90,00%	3957,99	5.927,06
5	2.489,12	26,87	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
6	2.447,29	11,91	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
7	2.269,49	0,00	2.281,40	1.916.177,71	32,90%	199,39	27,20	193,24	-10,00	90,00%	3957,99	5.927,06
8	2.332,25	0,00	2.332,25	1.958.880,52	32,90%	199,39	27,20	193,24	-10,00	90,00%	3957,99	5.927,06
9	1.976,66	0,00	1.976,66	1.660.217,13	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
10	2.102,16	0,00	2.102,16	1.765.627,74	32,90%	199,39	27,20	193,24	-10,00	90,00%	3957,99	5.927,06
11	2.593,71	131,46	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
12	3.085,26	754,46	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
13	2.938,84	1.231,05	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
14	3.022,51	1.791,30	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
15	2.959,76	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
16	2.802,88	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
17	2.583,25	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
18	2.248,58	1.866,33	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
19	1.955,74	1.359,81	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
20	1.641,98	539,55	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
21	1.767,49	0,00	2.307,03	1.937.704,69	32,90%	199,39	27,20	193,24	-10,00	90,00%	3957,99	5.927,06
22	836,68	0,00	836,68	702.737,41	25,20%	152,73	27,20	146,57	-10,00	90,00%	2949,99	4.495,70
23	1.286,40	0,00	1.286,40	1.080.458,76	30,50%	184,85	27,20	178,69	-10,00	90,00%	3643,80	5.480,92
24	1.328,23	0,00	1.328,23	1.115.595,64	30,70%	186,06	27,20	179,91	-10,00	90,00%	3669,99	5.518,10
25	1.746,57	0,00	1.746,57	1.466.964,34	32,60%	197,58	27,20	191,42	-10,00	90,00%	3918,71	5.871,29
26	2.917,92	455,67	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
27	2.635,54	628,96	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
28	1.725,65	0,00	2.354,61	1.977.667,24	32,90%	199,39	27,20	193,24	-10,00	90,00%	3957,99	5.927,06
29	3.137,55	675,30	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
30	2.415,91	628,96	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47
31	3.106,17	1.272,88	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	27,20	192,63	-10,00	90,00%	3944,90	5.908,47

1	1.729,99	540,62	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	1.400,75	0,00	1.941,38	1.630.586,19	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	1.394,77	0,00	1.394,77	1.171.482,32	31,20%	189,09	23,70	189,09	-10,00	90,00%	3868,36	5.799,80
4	1.328,92	0,00	1.328,92	1.116.176,29	30,70%	186,06	23,70	186,06	-10,00	90,00%	3802,91	5.706,85
5	1.394,77	0,00	1.394,77	1.171.482,32	31,20%	189,09	23,70	189,09	-10,00	90,00%	3868,36	5.799,80
6	1.406,74	0,00	1.406,74	1.181.537,96	31,30%	189,70	23,70	189,70	-10,00	90,00%	3881,45	5.818,39
7	1.436,67	0,00	1.436,67	1.206.677,07	31,50%	190,91	23,70	190,91	-10,00	90,00%	3907,64	5.855,56
8	688,40	0,00	688,40	578.199,43	22,10%	133,94	23,70	133,94	-10,00	90,00%	2677,09	4.108,19
9	993,70	0,00	993,70	834.618,31	27,50%	166,67	23,70	166,67	-10,00	90,00%	3384,00	5.112,00
10	1.047,57	0,00	1.047,57	879.868,70	28,10%	170,30	23,70	170,30	-10,00	90,00%	3462,55	5.223,53
11	1.251,10	0,00	1.251,10	1.050.814,61	30,20%	183,03	23,70	183,03	-10,00	90,00%	3737,45	5.613,91
12	1.227,16	0,00	1.227,16	1.030.703,33	30,00%	181,82	23,70	181,82	-10,00	90,00%	3711,27	5.576,73
13	1.161,31	0,00	1.161,31	975.397,30	29,40%	178,18	23,70	178,18	-10,00	90,00%	3632,73	5.465,19
14	1.430,69	0,00	1.430,69	1.201.649,25	31,50%	190,91	23,70	190,91	-10,00	90,00%	3907,64	5.855,56
15	1.538,44	0,00	1.538,44	1.292.150,03	32,00%	193,94	23,70	193,94	-10,00	90,00%	3973,09	5.948,51
16	1.526,46	0,00	1.526,46	1.282.094,39	32,00%	193,94	23,70	193,94	-10,00	90,00%	3973,09	5.948,51
17	1.580,34	0,00	1.580,34	1.327.344,78	32,10%	194,55	23,70	194,55	-10,00	90,00%	3986,18	5.967,10
18	1.424,70	0,00	1.424,70	1.196.621,43	31,40%	190,30	23,70	190,30	-10,00	90,00%	3894,55	5.836,97
19	1.556,39	0,00	1.556,39	1.307.233,49	32,10%	194,55	23,70	194,55	-10,00	90,00%	3986,18	5.967,10
20	1.185,25	0,00	1.185,25	995.508,58	29,50%	178,79	23,70	178,79	-10,00	90,00%	3645,82	5.483,78
21	1.544,42	0,00	1.544,42	1.297.177,85	32,10%	194,55	23,70	194,55	-10,00	90,00%	3986,18	5.967,10
22	1.502,52	0,00	1.502,52	1.261.983,10	31,90%	193,33	23,70	193,33	-10,00	90,00%	3960,00	5.929,92
23	1.251,10	0,00	1.251,10	1.050.814,61	30,20%	183,03	23,70	183,03	-10,00	90,00%	3737,45	5.613,91
24	856,02	0,00	856,02	718.978,42	25,50%	154,55	23,70	154,55	-10,00	90,00%	3122,18	4.740,22
25	1.101,45	0,00	1.101,45	925.119,09	28,80%	174,55	23,70	174,55	-10,00	90,00%	3554,18	5.353,66
26	2.496,22	33,96	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	23,70	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	1.466,60	0,00	1.500,57	1.260.343,48	31,90%	193,33	23,70	193,33	-10,00	90,00%	3960,00	5.929,92
28	1.275,05	0,00	1.275,05	1.070.925,90	30,30%	183,64	23,70	183,64	-10,00	90,00%	3750,55	5.632,49
29	1.005,67	0,00	1.005,67	844.673,95	27,70%	167,88	23,70	167,88	-10,00	90,00%	3410,18	5.149,18
30	1.281,03	0,00	1.281,03	1.075.953,72	30,40%	184,24	23,70	184,24	-10,00	90,00%	3763,64	5.651,08
1	3.144,17	681,91	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	2.880,39	1.100,06	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	2.352,85	990,65	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	1.983,57	511,97	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	2.553,32	603,04	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	2.722,13	862,91	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	3.249,68	1.650,34	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	3.903,83	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	3.967,14	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	3.745,57	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	1.751,45	1.369,20	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	2.606,07	1.513,02	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22

13	2.827,64	1.878,40	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	3.492,35	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.228,57	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	3.302,43	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	3.429,04	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	3.397,39	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	3.334,08	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	2.490,01	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	1.667,04	1.284,79	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	1.751,45	573,99	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	1.867,51	0,00	2.441,49	2.050.640,03	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	2.711,58	249,33	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	3.059,76	846,84	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	2.964,80	1.349,38	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	2.722,13	1.609,26	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	2.278,99	1.426,01	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
29	2.511,11	1.474,87	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	2.774,88	1.787,50	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
31	2.658,83	1.984,07	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	21,40	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
1	2.849,68	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	2.894,38	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	2.749,10	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	2.503,25	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	2.212,69	1.830,44	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	2.402,67	1.770,86	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	2.559,12	1.867,73	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	2.603,83	2.009,31	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	2.536,77	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	2.492,07	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
11	2.883,21	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
12	2.972,61	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
13	2.916,73	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
14	3.062,01	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
15	3.196,11	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
16	3.162,59	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	2.659,70	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
18	2.290,92	1.908,67	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
19	3.509,02	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
20	3.140,24	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	3.307,86	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	3.196,11	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	2.927,91	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22

24	3.084,36	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
25	2.659,70	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	3.151,41	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	3.486,67	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	4.190,71	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
29	3.520,19	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	3.419,62	2.080,00	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	16,90	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
1	2.113,88	1.731,63	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
2	2.200,00	1.469,37	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
3	2.223,49	1.230,61	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
4	2.434,87	1.203,23	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
5	2.583,63	1.324,61	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
6	2.207,83	1.070,18	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
7	2.129,54	737,47	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
8	2.129,54	404,75	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
9	2.231,32	173,82	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
10	1.949,46	0,00	2.123,28	1.783.369,15	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
11	2.043,42	0,00	2.043,42	1.716.288,47	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
12	2.184,34	0,00	2.184,34	1.834.653,19	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
13	2.098,22	0,00	2.098,22	1.762.319,19	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
14	931,67	0,00	931,67	782.522,33	26,80%	162,42	13,20	162,42	-10,00	90,00%	3292,36	4.981,88
15	1.417,08	0,00	1.417,08	1.190.223,04	31,40%	190,30	13,20	190,30	-10,00	90,00%	3894,55	5.836,97
16	2.419,22	0,00	2.419,22	2.031.927,73	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
17	2.019,93	0,00	2.019,93	1.696.561,01	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
18	2.340,92	0,00	2.340,92	1.966.169,55	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
19	1.738,08	0,00	1.738,08	1.459.831,57	32,50%	196,97	13,20	196,97	-10,00	90,00%	4038,55	6.041,45
20	2.654,09	191,84	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
21	2.419,22	148,80	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
22	2.293,95	0,00	2.442,75	2.051.696,41	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
23	2.403,56	0,00	2.403,56	2.018.776,09	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
24	2.254,80	0,00	2.254,80	1.893.835,55	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
25	2.834,16	371,91	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
26	2.536,65	446,31	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
27	2.293,95	278,01	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
28	1.863,34	0,00	2.141,35	1.798.548,04	32,90%	199,39	13,20	199,39	-10,00	90,00%	4090,91	6.115,81
29	2.708,90	246,64	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
30	3.061,21	845,60	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22
31	3.170,82	1.554,17	2.462,25	2.068.074,11	32,80%	198,79	13,20	198,79	-10,00	90,00%	4077,82	6.097,22

1.049.155,49

849.551,75

80,97%

32,55%

MEDIA

197,25

MEDIA

196,29

MEDIA

1.468.697,16

2.197.502,77

167,66

250,86

RESUMEN DE MAGNITUDES

POR M3 DE FANGO ESPESADO A DIGESTIÓN

Promedio diario caudal entrada a EDAR	Promedio diario fango espesado a digestor	Promedio diario concentración de fango espesado	Promedio diario materia volatil del fango mixto	Promedio diario materia volatil del fango digerido	Promedio diario reducción de volátiles	PRODUCCIÓN BIOGAS ANUAL	Promedio diario producción BIOGÁS	Promedio diario producción BIOGÁS
m3/d	m3/d	Kg/m3	%	%	%	N.m3/mes	N.m3/d	Kw.h/N.m3
24.696,58	310,78	37,97	72,22	61,83	37,43%	1.049.155,49	2.868,71	16.946,54

1,0000

9,2307

54,5295

PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA ANUAL	PROMEDIO PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA	PRODUCCIÓN ENERGÍA TÉRMICA ANUAL (ÚTIL)	PROMEDIO PRODUCCIÓN ENERGÍA TÉRMICA	DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂	DISMINUCIÓN RESIDUOS RADIATIVOS
Kw.h/año	Kw.h/día	Kw.h/año	Kw.h/día	Tm CO ₂ /año	Kg R.R./año
1.468.697,16	4.023,83	1.879.109,80	5.148,25	1.078,22	0,62

12,9476

16,5657

OPCIÓN CONSUMO INTERNO SOBRE CONVENCIONAL		OPCIÓN CONSUMO INTERNO SOBRE MOTOGENERACIÓN		OPCIÓN VENTA ENERGÍA SOBRE CONVENCIONAL		OPCIÓN VENTA ENERGÍA SOBRE MOTOGENERACIÓN	
AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO	AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO	AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO	AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO
€	€	€	€	€	€	€	€
112.040,03	306,96	33.489,76	91,75	183.116,16	501,69	104.565,89	286,48

0,9877

0,2952

1,6143

0,9218

POR M3 DE AGUA BRUTA ENTRADA A EDAR

Promedio diario caudal entrada a EDAR	Promedio diario fango espesado a digestor	Promedio diario concentración de fango espesado	Promedio diario materia volatil del fango mixto	Promedio diario materia volatil del fango digerido	Promedio diario reducción de volátiles	PRODUCCIÓN BIOGAS ANUAL	Promedio diario producción BIOGÁS	Promedio diario producción BIOGÁS
m3/d	m3/d	Kg/m3	%	%	%	N.m3/mes	N.m3/d	Kw.h/N.m3
24.696,58	310,78	37,97	72,22	61,83	37,43%	1.049.155,49	2.868,71	16.946,54

1,0000	0,0126						0,1162	0,6862
--------	--------	--	--	--	--	--	--------	--------

PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA ANUAL	PROMEDIO PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA	PRODUCCIÓN ENERGÍA TÉRMICA ANUAL	PROMEDIO PRODUCCIÓN ENERGÍA TÉRMICA	DISMINUCIÓN EMISIONES CO ₂	DISMINUCIÓN RESIDUOS RADIATIVOS
Mw.h/año	Kw.h/día	Mw.h/año	Kw.h/día	Tm CO ₂ /año	Kg R.R./año
1.468.697,16	4.023,83	1.879.109,80	5.148,25	1.078,22	0,62

0,1629

0,2085

OPCIÓN CONSUMO INTERNO SOBRE CONVENCIONAL		OPCIÓN CONSUMO INTERNO SOBRE MOTOGENERACIÓN		OPCIÓN VENTA ENERGÍA SOBRE CONVENCIONAL		OPCIÓN VENTA ENERGÍA SOBRE MOTOGENERACIÓN	
AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO	AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO	AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO	AHORRO ANUAL	PROMEDIO AHORRO DIARIO
€	€	€	€	€	€	€	€
112.040,03	306,96	33.489,76	91,75	183.116,16	501,69	104.565,89	286,48

0,0124

0,2952

0,0203

0,9218

8.4 Oferta Microturbina CAPSTONE



PRESUPUESTO

Avenida Diagonal 445 2, 2
08036 Barcelona
T: +34 935149302
F: +34 934449313
info@micropowereurope.com
www.micropowereurope.com

CLIENTE	Emilio Sanmartín Baños
CONTACTO	
EMPLAZAMIENTO	
REALIZADO POR	Victor Mulero Molina

REFERENCIA	FECHA	VALIDEZ
ESB1002OP.BIO.0	23/02/2010	1 mes

CANTIDAD	CONCEPTO	USD	EUROS	(\$/€)
1	Microturbina CR200 Digester ¹	\$214.461	164.970 €	1,30
1	Intercambiador de calor		31.750 €	
1	Unidad de tratamiento de biogás		96.274 €	
1	Cuadro eléctrico de control		11.250 €	
1	Accesorios (Modem GSM & Kit de combustible)		813 €	
1	Transporte y tasas DDP ²		18.836 €	
1	Puesta en marcha y documentación		11.250 €	
TOTAL			335.143 €	

1 La Conversión USD/EUR será fijada en el momento de la firma del contrato.

2 Transporte y empaquetado microturbina desde la factoría Capstone en Los Ángeles DDP (incoterms 2000) a España.

3 Los precios no incluyen IVA.

8.5 Oferta mantenimiento de la Microturbina



LISTA DE PRECIOS 2010

USD / EUR = 1,35

EXTENSIONES DE GARANTÍA									
5 años o 39.999 h. Piezas y mano obra									
Horas anuales de funcionamiento									
		USD			EUR				
		<4.000	4.000 - 6.000	> 6.000	<4.000	4.000 - 6.000	> 6.000		
GARANTIA TOTAL 5 C30 HPG GC		\$2.522,80	\$3.168,00	\$4.204,80	1.868,74 €	2.346,67 €	3.114,67 €		
GARANTIA TOTAL 5 C30 HPG DM		\$3.468,80	\$4.356,00	\$5.781,60	2.569,48 €	3.226,67 €	4.282,67 €		
GARANTIA TOTAL 5 C30 LPG GC		\$3.153,60	\$3.960,00	\$5.256,00	2.336,00 €	2.933,33 €	3.893,33 €		
GARANTIA TOTAL 5 C30 LPG DM		\$4.099,60	\$5.148,00	\$6.832,80	3.036,74 €	3.813,33 €	5.061,33 €		
GARANTIA TOTAL 5 C65 GC		\$3.258,80	\$4.092,00	\$5.431,20	2.413,93 €	3.031,11 €	4.023,11 €		
GARANTIA TOTAL 5 C65 DM		\$4.310,00	\$5.412,00	\$7.183,20	3.192,59 €	4.008,89 €	5.320,89 €		
GARANTIA TOTAL 5 C65 ICHP GC		\$3.468,80	\$4.356,00	\$5.781,60	2.569,48 €	3.226,67 €	4.282,67 €		
GARANTIA TOTAL 5 C65 ICHP DM		\$4.415,20	\$5.544,00	\$7.358,40	3.270,52 €	4.106,67 €	5.450,67 €		
GARANTIA TOTAL 5 C200 HPG GC		\$9.966,40	\$12.540,00	\$16.844,00	7.397,33 €	9.288,89 €	12.328,89 €		
GARANTIA TOTAL 5 C200 HPG DM		\$13.245,20	\$16.632,00	\$22.075,20	9.811,26 €	12.320,00 €	16.352,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C200 LPG GC		\$12.299,20	\$15.444,00	\$20.498,40	9.110,52 €	11.440,00 €	15.184,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C200 LPG DM		\$15.242,40	\$19.140,00	\$25.404,00	11.290,67 €	14.177,78 €	18.817,78 €		
GARANTIA TOTAL 5 C600 HPG GC		\$30.064,40	\$37.752,00	\$50.107,20	22.269,93 €	27.964,44 €	37.116,44 €		
GARANTIA TOTAL 5 C600 HPG DM		\$39.735,20	\$49.896,00	\$66.225,60	29.433,48 €	36.960,00 €	49.056,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C600 LPG GC		\$36.897,20	\$46.332,00	\$61.495,20	27.331,26 €	34.320,00 €	45.552,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C600 LPG DM		\$45.727,20	\$57.420,00	\$76.212,00	33.872,00 €	42.533,33 €	56.453,33 €		
GARANTIA TOTAL 5 C800 HPG GC		\$40.050,80	\$50.292,00	\$66.751,20	29.667,26 €	37.253,33 €	49.445,33 €		
GARANTIA TOTAL 5 C800 HPG DM		\$52.980,40	\$66.528,00	\$88.300,80	39.244,74 €	49.280,00 €	65.408,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C800 LPG GC		\$49.196,00	\$61.776,00	\$81.993,60	36.441,48 €	45.760,00 €	60.736,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C800 LPG DM		\$60.969,60	\$76.560,00	\$101.616,00	45.162,67 €	56.711,11 €	75.271,11 €		
GARANTIA TOTAL 5 C1000 HPG GC		\$50.037,20	\$62.832,00	\$83.395,20	37.064,59 €	46.542,22 €	61.774,22 €		
GARANTIA TOTAL 5 C1000 HPG DM		\$66.225,60	\$83.160,00	\$110.376,00	49.056,00 €	61.600,00 €	81.760,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C1000 LPG GC		\$61.495,20	\$77.220,00	\$102.492,00	45.552,00 €	57.200,00 €	75.920,00 €		
GARANTIA TOTAL 5 C1000 LPG DM		\$76.212,00	\$95.700,00	\$127.020,00	56.453,33 €	70.888,89 €	94.088,89 €		

1. HP: alta presión / LP: baja presión
2. GC: Grid Connected (solo conectada a red eléctrica) DM: Dual Mode (puede funcionar conectada o desconectada de la red eléctrica), se refiere también a los modelos SA: Stand alone.
3. Para el caso de instalaciones de biogás, solicitar precio de mantenimiento de la unidad de tratamiento del biogás.
4. DDP: Delivery Duty Paid (Incoterms 2000). Entregado en destino con gastos de importación incluidos.
5. Ex-Works: Precio en Fábrica Capstone de Los Angeles (California) (Incoterms 2000)
6. GARANTIA TOTAL 5: mantenimiento preventivo + correctivo incluye mano de obra para contratos de 39.999 h ó 5 años. Los precios son anuales para todo el rango de horas definido en cada caso. Al inicio del segundo año y posteriores se paga según las horas efectivas trabajadas en el año anterior.
7. GARANTIA TOTAL 9: mantenimiento preventivo + correctivo incluye mano de obra para contratos de 79.999 h ó 9 años. Los precios son anuales para todo el rango de horas definido en cada caso. Al inicio del segundo año y posteriores se paga según las horas trabajadas en el año anterior.
8. Estos precios no incluyen el IVA.

LISTA DE PRECIOS 2010

USD / EUR = 1,35

EXTENSIONES DE GARANTÍA

9 años o 79.999 h. Piezas y mano obra		USD			EUR		
Horas anuales de funcionamiento		<4.000	4.000 - 6.000	> 6.000	<4.000	4.000 - 6.000	> 6.000
GARANTIA TOTAL 9 C30 HPG GC		\$4.415,11	\$5.544,00	\$7.358,44	3.270,45 €	4.106,67 €	5.450,70 €
GARANTIA TOTAL 9 C30 HPG DM		\$6.096,89	\$7.656,00	\$10.161,56	4.516,21 €	5.671,11 €	7.527,08 €
GARANTIA TOTAL 9 C30 LPG GC		\$5.676,44	\$7.128,00	\$9.460,89	4.204,77 €	5.280,00 €	7.008,07 €
GARANTIA TOTAL 9 C30 LPG DM		\$7.358,44	\$9.240,00	\$12.264,00	5.450,70 €	6.844,44 €	9.084,44 €
GARANTIA TOTAL 9 C65 GC		\$5.991,78	\$7.524,00	\$9.986,44	4.438,35 €	5.573,33 €	7.397,37 €
GARANTIA TOTAL 9 C65 DM		\$7.568,67	\$9.504,00	\$12.614,44	5.606,42 €	7.040,00 €	9.344,03 €
GARANTIA TOTAL 9 C65 ICHP GC		\$6.202,00	\$7.788,00	\$10.336,89	4.594,07 €	5.768,89 €	7.656,95 €
GARANTIA TOTAL 9 C65 ICHP DM		\$7.778,89	\$9.768,00	\$12.964,89	5.762,14 €	7.235,56 €	9.603,62 €
GARANTIA TOTAL 9 C200 HPG GC		\$18.396,00	\$23.100,00	\$30.660,00	13.626,67 €	17.111,11 €	22.711,11 €
GARANTIA TOTAL 9 C200 HPG DM		\$23.336,67	\$29.304,00	\$38.894,44	17.286,42 €	21.706,67 €	28.810,70 €
GARANTIA TOTAL 9 C200 LPG GC		\$22.285,33	\$27.984,00	\$37.142,44	16.507,65 €	20.728,89 €	27.512,92 €
GARANTIA TOTAL 9 C200 LPG DM		\$27.120,89	\$34.056,00	\$45.201,56	20.089,55 €	25.226,67 €	33.482,63 €
GARANTIA TOTAL 9 C600 HPG GC		\$55.188,00	\$69.300,00	\$91.980,00	40.880,00 €	51.333,33 €	68.133,33 €
GARANTIA TOTAL 9 C600 HPG DM		\$70.010,00	\$87.912,00	\$116.683,11	51.859,26 €	65.120,00 €	86.431,93 €
GARANTIA TOTAL 9 C600 LPG GC		\$66.856,22	\$83.952,00	\$111.427,11	49.523,13 €	62.186,67 €	82.538,60 €
GARANTIA TOTAL 9 C600 LPG DM		\$81.362,89	\$102.168,00	\$135.604,89	60.268,81 €	75.680,00 €	100.448,07 €
GARANTIA TOTAL 9 C800 HPG GC		\$73.584,00	\$92.400,00	\$122.640,00	54.506,67 €	68.444,44 €	90.844,44 €
GARANTIA TOTAL 9 C800 HPG DM		\$93.346,67	\$117.216,00	\$155.577,56	69.145,68 €	86.826,67 €	115.242,63 €
GARANTIA TOTAL 9 C800 LPG GC		\$89.141,78	\$111.936,00	\$148.569,56	66.030,95 €	82.915,56 €	110.051,52 €
GARANTIA TOTAL 9 C800 LPG DM		\$108.483,78	\$136.224,00	\$180.806,44	80.358,35 €	100.906,67 €	133.930,70 €
GARANTIA TOTAL 9 C1000 HPG GC		\$91.980,00	\$115.500,00	\$153.300,00	68.133,33 €	85.555,56 €	113.555,56 €
GARANTIA TOTAL 9 C1000 HPG DM		\$116.683,11	\$146.520,00	\$194.472,00	86.431,93 €	108.533,33 €	144.053,33 €
GARANTIA TOTAL 9 C1000 LPG GC		\$111.427,11	\$139.920,00	\$185.712,00	82.538,60 €	103.644,44 €	137.564,44 €
GARANTIA TOTAL 9 C1000 LPG DM		\$135.604,89	\$170.280,00	\$226.008,00	100.448,07 €	126.133,33 €	167.413,33 €

1. HP: alta presión / LP: baja presión
2. GC: Grid Connected (solo conectada a red eléctrica) DM: Dual Mode (puede funcionar conectada o desconectada de la red eléctrica), se refiere también a los modelos SA:Stand alone.
3. Para el caso de instalaciones de biogás, solicitar precio de mantenimiento de la unidad de tratamiento del biogás.
4. DDP:Delivery Duty Paid(Incoterms 2000).Entregado en destino con gastos de importación incluidos.
5. Ex-Works: Precio en Fábrica Capstone de Los Angeles (California) (Incoterms 2000)
6. GARANTIA TOTAL 5: mantenimiento preventivo + correctivo incluye mano de obra para contratos de 39.999 h ó 5 años. Los precios son anuales para todo el rango de horas definido en cada caso. Al inicio del segundo año y posteriores se paga según las horas efectivas trabajadas en el año anterior.
7. . GARANTIA TOTAL 9: mantenimiento preventivo + correctivo incluye mano de obra para contratos de 79.999 h ó 9 años. Los precios son anuales para todo el rango de horas definido en cada caso. Al inicio del segundo año y posteriores se paga según las horas trabajadas en el año anterior.
8. Estos precios no incluyen el IVA.

8.6 Especificaciones técnicas de la microturbina de biogás CAPSTONE CR200



ISO Partial Load Performance

Performance at partial load and ISO conditions for the Capstone C200 high pressure natural gas model is presented in Table 7-7. These values are estimated from nominal performance curves. Performance for biogas models is also predicted using Table 7-7, but biogas models are not designed to operate below 100kW net power output. Performance of the low pressure natural gas models can be estimated from Table 7-7 by first accounting for the parasitic loss of the compressor. As previously indicated, parameters such as exhaust temperature, exhaust mass flow, and fuel flow energy rate are determined prior to the deduction of the compressor's parasitic load. Therefore, for a given net output power, these performance characteristics can be estimated by using the performance values corresponding to the net output power plus 10kW.

Table 7-7. Partial Load Performance at ISO Ambient Conditions

Net Power (kW)	Net Efficiency (%)	Exhaust Temp (°F)	Exhaust Mass Flow Rate (lbm/s)	Exhaust Energy Rate (kW LHV)	Fuel Flow Energy Rate (Btu/hr LHV)	Net Heat Rate (Btu/kWh LHV)
15	13.6	326.7	0.97	69.8	375,455	25,030
16	14.2	328.4	0.99	71.4	384,351	24,022
17	14.8	330.1	1.00	73.0	392,872	23,110
18	15.3	331.9	1.02	74.7	402,481	22,360
19	15.8	333.6	1.03	76.5	412,009	21,685
20	16.2	335.3	1.05	78.2	421,460	21,073
21	16.7	337.0	1.07	79.9	430,836	20,516
22	17.1	338.6	1.08	81.6	440,141	20,006
23	17.5	340.2	1.10	83.3	449,378	19,538
24	17.9	341.8	1.11	84.9	458,550	19,106
25	18.3	343.3	1.13	86.6	467,658	18,706
26	18.6	344.8	1.14	88.2	476,706	18,335
27	19.1	346.1	1.15	89.6	484,231	17,934
28	19.4	347.6	1.17	91.2	493,451	17,623
29	19.7	349.0	1.18	92.9	502,626	17,332
30	20.0	350.5	1.20	94.5	511,758	17,059
31	20.3	351.9	1.21	96.2	520,866	16,802
32	20.6	353.3	1.23	97.8	529,932	16,560
33	20.9	354.6	1.24	99.4	538,959	16,332
34	21.2	356.0	1.26	101.1	547,946	16,116
35	21.5	357.3	1.27	102.7	556,887	15,911
36	21.8	358.6	1.28	104.3	565,771	15,716
37	22.0	359.8	1.30	105.9	574,617	15,530
38	22.3	361.1	1.31	107.4	583,426	15,353
39	22.5	362.3	1.32	109.0	592,198	15,185
40	22.8	363.5	1.34	110.6	600,935	15,023
41	23.0	364.7	1.35	112.1	609,639	14,869

Continued on next page

Net Power (kW)	Net Efficiency (%)	Exhaust Temp (°F)	Exhaust Mass Flow Rate (lbm/s)	Exhaust Energy Rate (kW LHV)	Fuel Flow Energy Rate (Btu/hr LHV)	Net Heat Rate (Btu/kWh LHV)
42	23.2	365.8	1.36	113.7	618,309	14,722
43	23.4	367.0	1.38	115.2	626,948	14,580
44	23.7	368.1	1.39	116.8	635,555	14,444
45	23.9	369.2	1.40	118.2	643,615	14,303
46	24.1	370.3	1.41	119.7	652,323	14,181
47	24.3	371.6	1.43	121.3	661,013	14,064
48	24.5	372.9	1.44	122.8	669,679	13,952
49	24.7	374.2	1.45	124.4	678,323	13,843
50	24.9	375.4	1.46	125.9	686,950	13,739
51	25.1	376.7	1.47	127.4	695,586	13,639
52	25.2	377.9	1.48	129.0	704,194	13,542
53	25.4	379.1	1.50	130.5	712,777	13,449
54	25.6	380.3	1.51	132.0	721,335	13,358
55	25.8	381.4	1.52	133.5	729,869	13,270
56	25.9	382.6	1.53	135.0	738,381	13,185
57	26.1	383.6	1.54	136.4	745,739	13,083
58	26.3	384.8	1.55	137.9	754,460	13,008
59	26.4	386.0	1.56	139.5	763,213	12,936
60	26.6	387.2	1.57	141.1	771,953	12,866
61	26.7	388.4	1.58	142.6	780,681	12,798
62	26.9	389.6	1.60	144.2	789,396	12,732
63	27.0	390.7	1.61	145.8	798,098	12,668
64	27.1	391.9	1.62	147.3	806,788	12,606
65	27.3	393.0	1.63	148.9	815,465	12,546
66	27.4	394.1	1.64	150.5	824,234	12,488
67	27.5	395.2	1.65	152.0	832,781	12,430
68	27.6	396.3	1.66	153.6	841,419	12,374
69	27.8	397.4	1.67	155.1	850,044	12,319
70	27.9	398.5	1.68	156.7	858,657	12,267
71	28.0	399.6	1.70	158.2	867,256	12,215
72	28.1	400.6	1.71	159.8	875,842	12,164
73	28.2	401.7	1.72	161.3	884,416	12,115
74	28.3	402.7	1.73	162.9	892,977	12,067
75	28.4	403.7	1.74	164.4	901,525	12,020
76	28.5	404.8	1.75	165.9	910,060	11,974
77	28.7	405.8	1.76	167.5	918,582	11,930
78	28.8	406.8	1.77	169.0	927,091	11,886
79	28.9	407.8	1.78	170.5	935,588	11,843
80	29.0	408.7	1.79	172.0	944,072	11,801
81	29.1	409.7	1.80	173.5	952,385	11,758

Continued on next page

410066 Rev C (June 2009)

7-17

Capstone reserves the right to change or modify, without notice, the design, specifications, and/or contents of this document without incurring any obligation either with respect to equipment previously sold or in the process of construction.

Net Power (kW)	Net Efficiency (%)	Exhaust Temp (°F)	Exhaust Mass Flow Rate (lbm/s)	Exhaust Energy Rate (kW LHV)	Fuel Flow Energy Rate (Btu/hr LHV)	Net Heat Rate (Btu/kWh LHV)
82	29.2	410.7	1.81	175.1	960,913	11,718
83	29.3	411.6	1.82	176.6	969,427	11,680
84	29.4	412.6	1.83	178.1	977,927	11,642
85	29.5	413.5	1.84	179.6	986,413	11,605
86	29.5	414.4	1.85	181.2	994,885	11,568
87	29.6	415.4	1.86	182.7	1,003,343	11,533
88	29.7	416.3	1.87	184.2	1,011,811	11,498
89	29.8	417.2	1.88	185.7	1,020,294	11,464
90	29.9	418.2	1.89	187.3	1,028,766	11,431
91	30.0	419.1	1.90	188.8	1,037,228	11,398
92	30.1	420.0	1.91	190.3	1,045,679	11,366
93	30.2	420.9	1.92	191.8	1,054,119	11,335
94	30.2	421.7	1.93	193.3	1,062,549	11,304
95	30.3	422.5	1.94	194.7	1,069,985	11,263
96	30.4	423.4	1.95	196.2	1,078,433	11,234
97	30.5	424.3	1.96	197.7	1,086,877	11,205
98	30.6	425.1	1.97	199.2	1,095,309	11,177
99	30.7	426.0	1.98	200.7	1,103,683	11,148
100	30.7	426.8	1.99	202.2	1,112,057	11,121
101	30.8	427.6	2.00	203.7	1,120,432	11,093
102	30.9	428.4	2.01	205.2	1,128,807	11,067
103	31.0	429.2	2.02	206.7	1,137,183	11,041
104	31.0	430.0	2.03	208.2	1,145,561	11,015
105	31.1	430.8	2.04	209.7	1,153,940	10,990
106	31.2	431.6	2.05	211.2	1,162,321	10,965
107	31.2	432.4	2.06	212.7	1,170,703	10,941
108	31.3	433.2	2.07	214.2	1,179,088	10,917
109	31.4	433.9	2.08	215.7	1,187,485	10,894
110	31.4	434.7	2.09	217.2	1,195,881	10,872
111	31.5	435.5	2.10	218.7	1,204,276	10,849
112	31.6	436.3	2.11	220.3	1,212,669	10,827
113	31.6	437.2	2.12	219.1	1,221,060	10,806
114	31.7	438.3	2.13	220.8	1,229,451	10,785
115	31.7	439.4	2.14	222.5	1,237,861	10,764
116	31.8	436.0	2.15	224.3	1,246,337	10,744
117	31.9	437.2	2.16	226.0	1,254,962	10,726
118	31.9	438.3	2.17	227.8	1,263,920	10,711
119	31.9	439.4	2.18	229.6	1,273,180	10,699
120	32.0	440.5	2.19	231.4	1,282,448	10,687
121	32.0	441.7	2.20	233.2	1,291,725	10,675

Continued on next page

Net Power (kW)	Net Efficiency (%)	Exhaust Temp (°F)	Exhaust Mass Flow Rate (lbm/s)	Exhaust Energy Rate (kW LHV)	Fuel Flow Energy Rate (Btu/hr LHV)	Net Heat Rate (Btu/kWh LHV)
122	32.0	442.8	2.21	235.0	1,301,011	10,664
123	32.1	443.9	2.22	236.8	1,310,306	10,653
124	32.1	445.0	2.23	238.5	1,319,452	10,641
125	32.1	446.1	2.24	240.3	1,328,760	10,630
126	32.2	447.2	2.25	242.2	1,338,080	10,620
127	32.2	448.3	2.26	244.0	1,347,412	10,610
128	32.2	449.4	2.27	245.8	1,356,757	10,600
129	32.3	450.5	2.28	247.6	1,366,114	10,590
130	32.3	451.6	2.29	249.4	1,375,483	10,581
131	32.3	452.7	2.30	251.3	1,384,866	10,571
132	32.3	453.8	2.31	253.1	1,394,263	10,563
133	32.4	454.9	2.32	255.0	1,403,673	10,554
134	32.4	456.0	2.33	256.8	1,412,997	10,545
135	32.4	457.1	2.34	258.6	1,422,226	10,535
136	32.5	458.3	2.35	260.4	1,431,464	10,525
137	32.5	459.4	2.35	262.2	1,440,713	10,516
138	32.5	460.6	2.36	264.0	1,449,971	10,507
139	32.5	461.8	2.37	265.8	1,459,240	10,498
140	32.6	462.9	2.38	267.6	1,468,174	10,487
141	32.6	464.1	2.39	269.5	1,477,702	10,480
142	32.6	465.3	2.40	271.4	1,487,248	10,474
143	32.6	466.5	2.41	273.3	1,496,813	10,467
144	32.6	467.7	2.42	275.2	1,506,395	10,461
145	32.7	468.9	2.43	277.1	1,515,997	10,455
146	32.7	470.1	2.43	279.0	1,525,618	10,449
147	32.7	471.3	2.44	280.9	1,535,259	10,444
148	32.7	472.4	2.45	282.9	1,544,919	10,439
149	32.7	473.6	2.46	284.8	1,554,601	10,434
150	32.7	474.8	2.47	286.8	1,564,303	10,429
151	32.8	476.0	2.48	288.7	1,574,027	10,424
152	32.8	477.2	2.49	290.7	1,583,773	10,420
153	32.8	478.4	2.50	292.7	1,593,542	10,415
154	32.8	479.6	2.51	294.6	1,603,333	10,411
155	32.8	480.8	2.52	296.6	1,613,148	10,407
156	32.8	482.0	2.53	298.6	1,622,986	10,404
157	32.8	483.2	2.53	300.6	1,632,849	10,400
158	32.8	484.4	2.54	302.7	1,642,738	10,397
159	32.8	485.6	2.55	304.7	1,652,651	10,394
160	32.8	486.8	2.56	306.7	1,662,591	10,391

Continued on next page

Net Power (kW)	Net Efficiency (%)	Exhaust Temp (°F)	Exhaust Mass Flow Rate (lbm/s)	Exhaust Energy Rate (kW LHV)	Fuel Flow Energy Rate (Btu/hr LHV)	Net Heat Rate (Btu/kWh LHV)
161	32.9	488.0	2.57	308.8	1,672,558	10,389
162	32.9	489.1	2.58	310.8	1,682,552	10,386
163	32.9	490.3	2.59	312.9	1,692,574	10,384
164	32.9	491.5	2.60	314.9	1,702,625	10,382
165	32.9	492.7	2.61	317.0	1,712,704	10,380
166	32.9	494.0	2.62	319.2	1,722,814	10,378
167	32.9	495.3	2.63	321.4	1,733,206	10,378
168	32.9	496.5	2.64	323.5	1,743,439	10,378
169	32.9	497.7	2.65	325.6	1,753,592	10,376
170	32.9	499.0	2.65	327.8	1,763,765	10,375
171	32.9	500.2	2.66	329.9	1,773,957	10,374
172	32.9	501.4	2.67	332.0	1,784,170	10,373
173	32.9	502.6	2.68	334.1	1,794,402	10,372
174	32.9	503.8	2.69	336.3	1,804,654	10,372
175	32.9	505.0	2.70	338.4	1,814,926	10,371
176	32.9	506.2	2.71	340.6	1,825,218	10,371
177	32.9	507.4	2.72	342.8	1,835,529	10,370
178	32.9	508.6	2.73	344.9	1,845,860	10,370
179	32.9	509.8	2.74	347.1	1,856,210	10,370
180	32.9	511.1	2.75	349.3	1,866,580	10,370
181	32.9	512.3	2.76	351.5	1,876,969	10,370
182	32.9	513.5	2.76	353.7	1,887,377	10,370
183	32.9	514.7	2.77	355.9	1,897,805	10,371
184	32.9	515.9	2.78	358.1	1,908,251	10,371
185	32.9	517.1	2.79	360.3	1,918,716	10,371
186	32.9	518.3	2.80	362.6	1,929,204	10,372
187	32.9	519.5	2.81	364.8	1,939,729	10,373
188	32.9	520.7	2.82	367.1	1,950,365	10,374
189	32.9	521.9	2.83	369.3	1,961,043	10,376
190	32.9	523.1	2.84	371.6	1,971,739	10,378
191	32.9	524.3	2.85	373.9	1,982,454	10,379
192	32.8	525.6	2.86	376.3	1,993,337	10,382
193	32.8	526.8	2.87	378.6	2,004,228	10,385
194	32.8	528.1	2.88	381.0	2,015,127	10,387
195	32.8	529.3	2.89	383.3	2,026,034	10,390
196	32.8	530.6	2.89	385.7	2,036,945	10,393
197	32.8	531.8	2.90	388.0	2,047,861	10,395
198	32.8	533.0	2.91	390.4	2,058,779	10,398
199	32.8	534.2	2.92	392.8	2,069,697	10,400
200	32.8	535.1	2.93	394.6	2,078,942	10,395

410066 Rev C (June 2009)

7-20

Capstone reserves the right to change or modify, without notice, the design, specifications, and/or contents of this document without incurring any obligation either with respect to equipment previously sold or in the process of construction.

ISO partial load efficiency vs. net power for the C200 high pressure natural gas model is shown in Figure 7-3. These values are estimated from nominal performance at ISO conditions.

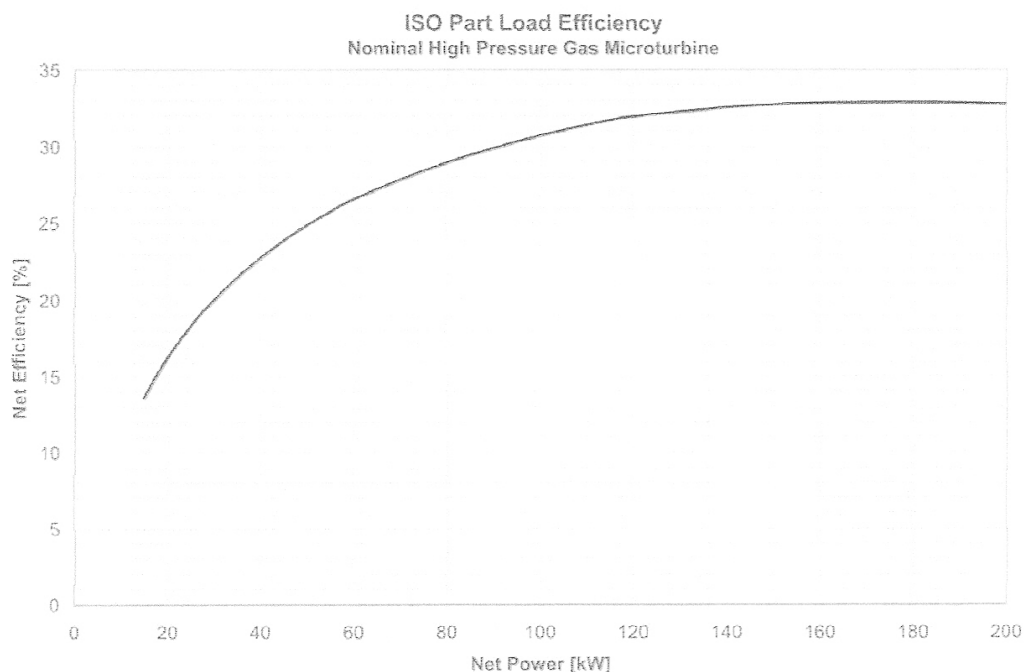


Figure 7-3. ISO Partial Load Efficiency Vs Net Power (Nominal)

8.7 ORDEN ITC/3801/2008, de 26 de diciembre, por el que se revisan las tarifas eléctricas a partir de 1 de noviembre de 2009

2. A partir de 1 de enero de 2009
1. Tarifas y primas para las instalaciones de los subgrupos a.1.1 y a.1.2 y del grupo c.2 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada por tipo de instalación cé€/Wh	Prima de referencia cé€/Wh
a.1	a.1.1		P<0.5 MW	14.1012	0.0000
			0.5-P<1 MW	11.5714	0.0000
			1-P<10 MW	9.1994	3.8519
			10-P<25 MW	8.7363	3.1795
			25-P<50 MW	8.2065	2.8367
a.1	a.1.2	Gasóleo / GLP	P<0.5 MW	18.2228	0.0000
			0.5-P<1 MW	15.5078	0.0000
			1-P<10 MW	13.6969	7.7782
			10-P<25 MW	13.0264	6.7111
			25-P<50 MW	14.0967	0.0000
c.2		Fuel	0.5-P<1 MW	12.2753	6.8319
			1-P<10 MW	12.0725	4.8459
			10-P<25 MW	11.6285	4.3376
			25-P<50 MW	7.6308	3.8640

2. Tarifas para las instalaciones acogidas a la disposición transitoria segunda del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Combustible	Potencia	Tratamiento y reducción de pérdidas de explotación de porción	Tratamiento y reducción de lotes derivados de la producción de aceite de oliva	Tratamiento y reducción de otros residuos
Gas Natural	P<0.5 MW	12.2857	10.9507	6.2775
	0.5-P<1 MW	12.2855	10.9507	5.3875
	1-P<10 MW	12.5532	11.1419	5.4815
	10-P<25 MW	12.5532	11.1419	5.4815
	25-P<50 MW	12.5518	11.2232	5.4340
Gasóleo / GLP	P<0.5 MW	14.3835	12.8204	7.3486
	0.5-P<1 MW	14.3835	12.8204	6.3073
	1-P<10 MW	15.0511	13.3443	7.6497
	10-P<25 MW	15.0511	13.4423	7.7059
	25-P<50 MW	14.3837	13.5481	6.6564
Fuel	P<0.5 MW	14.1949	12.8204	7.3486
	0.5-P<1 MW	14.1949	12.8204	6.3073
	1-P<10 MW	14.8194	13.2088	7.2530
	10-P<25 MW	14.8194	13.2112	7.5720
	25-P<50 MW	15.1045	13.4630	6.4983

ANEXO IV

Actualizaciones anuales de las tarifas, primas y límites superior e inferior del régimen especial

1. Tarifas para las instalaciones del subgrupo a.1.4 y del grupo a.2 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada por tipo de instalación cé€/Wh	Prima de referencia cé€/Wh
a.1	a.1.4	Carbón	P<10 MW	10.5438	7.3941
			10-P<25 MW	7.2488	3.4822
			25-P<50 MW	6.5899	2.4762
			P<10 MW	4.9300	2.5566
			10-P<25 MW	4.5191	1.7259
a.2		Otros	25-P<50 MW	4.1084	1.1328
			P<10 MW	4.9351	2.5568
			10-P<25 MW	4.5167	1.7284
			25-P<50 MW	4.1090	1.1405

- 4.º Precios de los excedentes de potencia
- En la fórmula de la facturación de los excedentes de potencia establecida en el punto b)3 del apartado 1.2 del artículo 9 del Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre, fijada para las tarifas e, en el caso en que la potencia demandada sobrepase en cualquier período horario la potencia contratada en el mismo, el valor que figura de 234 que viene expresado en pastas/KW es de 1,4064 expresado en €/KW.

ANEXO III

Actualizaciones trimestrales de las tarifas y primas del régimen especial

1. A partir de 1 de octubre de 2008

1. Tarifas y primas para las instalaciones de los subgrupos a.1.1 y a.1.2 y del grupo c.2 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Grupo	Subgrupo	Combustible	Potencia	Tarifa regulada por tipo de instalación cé€/Wh	Prima de referencia cé€/Wh
a.1	a.1.1		P<0.5 MW	13.5202	0.0000
			0.5-P<1 MW	11.1767	0.0000
			1-P<10 MW	8.8244	3.8949
			10-P<25 MW	8.3707	3.4464
			25-P<50 MW	7.9450	2.7132
a.1	a.1.2	Gasóleo / GLP	P<0.5 MW	18.3814	0.0000
			0.5-P<1 MW	15.6428	0.0000
			1-P<10 MW	13.8156	7.3488
			10-P<25 MW	13.5268	6.7593
			25-P<50 MW	13.1526	6.3309
c.2		Fuel	0.5-P<1 MW	14.2064	0.0000
			1-P<10 MW	12.4897	6.8376
			10-P<25 MW	12.1850	5.4857
			25-P<50 MW	11.8476	4.8949
				7.7025	3.3305

2. Tarifas para las instalaciones acogidas a la disposición transitoria segunda del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Combustible	Potencia	Tratamiento y reducción de pérdidas de explotación de porción	Tratamiento y reducción de lotes derivados de la producción de aceite de oliva	Tratamiento y reducción de otros residuos
Gas Natural	P<0.5 MW	11.8667	10.5772	6.9534
	0.5-P<1 MW	11.8668	10.5772	5.9335
	1-P<10 MW	11.9807	10.8977	6.1207
	10-P<25 MW	12.0121	10.7067	5.2674
	25-P<50 MW	12.0438	10.7348	5.2814
Gasóleo / GLP	P<0.5 MW	14.5089	12.8320	7.4135
	0.5-P<1 MW	14.5087	12.8320	6.3822
	1-P<10 MW	15.1122	13.4698	7.7135
	10-P<25 MW	15.2248	13.5704	7.7794
	25-P<50 MW	15.3471	13.5784	7.9420
Fuel	P<0.5 MW	14.5089	12.8320	7.4135
	0.5-P<1 MW	14.3155	12.7588	7.3146
	1-P<10 MW	14.9563	13.3309	7.8420
	10-P<25 MW	15.0744	13.4362	7.7025
	25-P<50 MW	15.2483	13.5920	7.7918

2. Tarifas para las instalaciones del subgrupo a.1.3 del artículo 2 y de la disposición transitoria décima del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Subgrupo	Combustible	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
a.1.3	b.6.1	P≤2 MW	primeros 15 años	17,0948	12,9291
			a partir de entonces	12,6880	0,0000
		2 MW < P	primeros 15 años	15,6510	11,2588
			a partir de entonces	13,1825	0,0000
	b.6.2	P≤2 MW	primeros 15 años	13,6659	9,5162
			a partir de entonces	9,2133	0,0000
		2 MW < P	primeros 15 años	11,4817	7,6885
			a partir de entonces	8,6118	0,0000
	b.6.3	P≤2 MW	primeros 15 años	13,6659	9,5162
			a partir de entonces	9,2133	0,0000
		2 MW < P	primeros 15 años	12,6289	8,2383
			a partir de entonces	8,6118	0,0000
b.7.1		primeros 15 años	6,7871	4,8340	
		a partir de entonces	7,1577	0,0000	
	P≤500 kW	primeros 15 años	14,2505	11,2458	
		a partir de entonces	7,0986	0,0000	
b.7.2	500 kW < P	primeros 15 años	10,6338	6,9929	
		a partir de entonces	7,1514	0,0000	
		primeros 15 años	6,7227	3,7723	
		a partir de entonces	5,7227	0,0000	
b.8.1	P≤2 MW	primeros 15 años	13,6659	9,5162	
		a partir de entonces	9,2133	0,0000	
	2 MW < P	primeros 15 años	11,5806	7,2831	
		a partir de entonces	8,7685	0,0000	
b.8.2	P≤2 MW	primeros 15 años	10,1219	5,9874	
		a partir de entonces	7,1006	0,0000	
	2 MW < P	primeros 15 años	7,6175	3,6778	
		a partir de entonces	7,6175	0,0000	
b.8.3	P≤2 MW	primeros 15 años	10,1219	6,2652	
		a partir de entonces	7,1006	0,0000	
	2 MW < P	primeros 15 años	9,9294	5,7733	
		a partir de entonces	8,0775	0,0000	
a.1.3 dentro de la Disp. Transitoria 10ª					9,7305

3. Tarifas, primas y límites, para las instalaciones de la categoría b) del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite Superior c€/kWh	Límite Inferior c€/kWh
b.1	b.1.1	P<100 kW	primeros 25 años	47,5181			
			a partir de entonces	37,5144			
		100 kW-P<10 MW	primeros 25 años	44,1751			
			a partir de entonces	35,6601			
	b.1.2	10<P<50 MW	primeros 25 años	24,3311			
			a partir de entonces	19,6249			
b.2	b.2.1		primeros 25 años	28,7603			
			a partir de entonces	23,0080			
	b.2.2*		primeros 20 años	7,8183			
			a partir de entonces	6,5341			
					9,0004	16,4494	

Grupo	Subgrupo	Potencia	Plazo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh	Límite Superior c€/kWh	Límite Inferior c€/kWh
b.3			primeros 20 años	7,5632	4,1046		
			a partir de entonces	6,9505	3,2671		
	b.4		primeros 25 años	7,4871	2,6738		
			a partir de entonces	7,4851	1,4353		
b.5			primeros 25 años	***	2,2468		
			a partir de entonces	***	1,4353		
	b.6.1	P<2 MW	primeros 15 años	16,9642	12,7868		
			a partir de entonces	12,8511	11,2588		
b.6		2 MW < P	primeros 15 años	15,6609	13,1825		
			a partir de entonces	13,4216	9,462		
	b.6.2	P<2 MW	primeros 15 años	9,0487	7,6885		
			a partir de entonces	8,6118	11,9472		
b.6		2 MW < P	primeros 15 años	13,4216	9,462		
			a partir de entonces	9,0487	14,2107		
	b.6.3	P<2 MW	primeros 15 años	12,6289	8,2383		
			a partir de entonces	8,6118	13,086		
b.7		2 MW < P	primeros 15 años	8,3328	4,5132		
			a partir de entonces	6,9505	9,5663		
	b.7.1	P<500 kW	primeros 15 años	13,9533	10,9099		
			a partir de entonces	6,9505	16,3673		
b.7		500 kW < P	primeros 15 años	10,350	6,6475		
			a partir de entonces	6,9505	11,7764		
	b.7.2		primeros 15 años	5,7227	3,7723		
			a partir de entonces	5,7227	8,937		
b.8		P<2 MW	primeros 15 años	13,4216	9,462		
			a partir de entonces	9,0487	14,2107		
	b.8.1	2 MW < P	primeros 15 años	11,4817	7,6885		
			a partir de entonces	8,6118	11,9472		
b.8		P<2 MW	primeros 15 años	9,3090	5,7336		
			a partir de entonces	6,9505	10,680		
	b.8.2	2 MW < P	primeros 15 años	6,9484	2,5502		
			a partir de entonces	6,9484	7,4096		
b.8.3		P<2 MW	primeros 15 años	9,3090	5,8986		
			a partir de entonces	6,9505	10,680		
	b.8.3	2 MW < P	primeros 15 años	8,5413	3,8170		
			a partir de entonces	6,9484	9,609		

* Prima máxima de referencia a efectos del procedimiento de concurrencia previsto en el Real Decreto 1028/2007, de 20 de julio, y el límite superior, para las instalaciones solistas marinas.

** La cuantía de la tarifa regulada para las instalaciones del grupo b.5 para los primeros veinticinco años desde la puesta en marcha será: $(6,60 + 1,20 \times [(50 - P) / 40]) \times 1,0703$, siendo P la potencia de la instalación.

*** La cuantía de la tarifa regulada para las instalaciones del grupo b.5 para el vigésimo sexto año y sucesivos desde la puesta en marcha será: $(9,94 + 1,080 \times [(60 - P) / 40]) \times 1,0703$, siendo P la potencia de la instalación.

4. Tarifas y primas para las instalaciones de los grupos c.1, c.3 y c.4 del artículo 2 del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo.

Grupo	Tarifa regulada c€/kWh	Prima de referencia c€/kWh
c.1	5,7366	2,9419
c.3	4,0951	2,9419
c.4	7,2392	3,0472